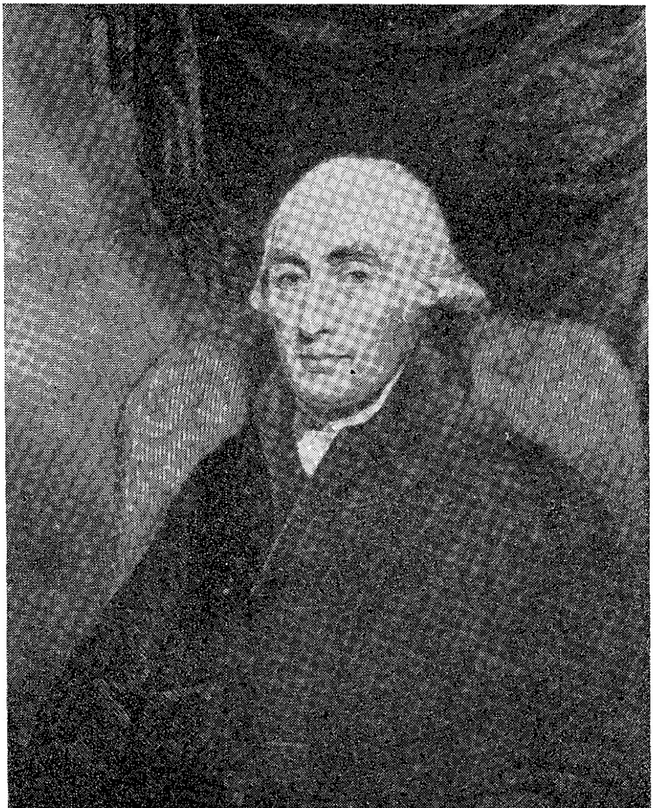
ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೨ ಸಂಚಿಕೆ ೧

ಮೈಸೂರು

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

೧೯೭೦



ಜೋಸೆಫ್ ಬ್ಲ್ಯಾಕ್ (1728–99)

ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಸಂಪುಟ ೨ ಸಂಚಿಕೆ ೧

ಜನವರಿ ಸಂಚಿಕೆ

ಮೈಸೂರು

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

೧೯೭೦

VIJNANA KARNATAKA, Kannada Quarterly of the *University of Mysore*. Volume 2, Number 1, January 1970.
Edited by J. R. Lakshmana Rao and Dr. B. N. Bole Gowda

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರು

ಡಾ. ಹಾ. ಮಾ. ನಾಯಕ

ಸಂಪಾದಕರು

ಜೆ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

ಡಾ. ಬನ್ನೂರು ನಂ. ಬೋಳೇಗೌಡ

ಪ್ರಕಾಶಕರು

ಡಾ. ಪ್ರಭುಶಂಕರ

ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಮುದ್ರಕರು

ಎಚ್. ನರಸಣ್ಣ

ಡೆಪ್ಯೂಟಿ ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ

ವಿಷಯಸೂಚಿ

ಎಚ್. ಜಿ. ಸುಬ್ಬರಾವ್

ಜೋಸೆಫ್ ಬ್ಲ್ಯಾಕ್

(1728 - 1799)

1799ನೆಯ ಇಸವಿ ನವೆಂಬರ್ ತಿಂಗಳ 26ನೆಯ ದಿನಾಂಕ. ಎಡಿನ್‌ಬರೊ ನಗರದಲ್ಲಿ 71ರ ಪ್ರಾಯದ ವೃದ್ಧನೊಬ್ಬ ತೀರಿಕೊಂಡ. "ಆಜನ್ಮ ಬ್ರಹ್ಮಚಾರಿ, ಆದರ್ಶಗುರು, ಬಡವರ ಬಂಧು ಇನ್ನಿಲ್ಲ" ಎಂದು ಹಲುಬಿತು ಜನತೆ. ಹೀಗಿತ್ತು ಜೋಸೆಫ್ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಚರಮಗೀತೆ.

ಹುಟ್ಟಿದ್ದು ಬೋರ್ಡೊ ನಗರದಲ್ಲಿ, 1728ನೆಯ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ. ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳು ಸ್ಕಾಟ್ಲೆಂಡಿನ ಗಣ್ಯ ಮನೆತನದವರು. ವರ್ತಕ ವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ತಂದೆ ಬೋರ್ಡೊ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಜನಾನುರಾಗಿಯಾಗಿದ್ದನು. ಅಧ್ಯಕ್ಷ ಮಾಂಟೆಸ್ಕ್ಯೂ ಸಹಾ ಈ ಕುಟುಂಬದ ಬಗ್ಗೆ ಅಭಿಮಾನಪಡುತ್ತಿದ್ದನಂತೆ. ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಬ್ಲ್ಯಾಕ್ ಕುಟುಂಬದವರೊಡನೆ ಆನಂದವಾಗಿ ಕಾಲ ಕಳೆಯುವ ಅಭ್ಯಾಸವಿಟ್ಟಿದ್ದ ಮಾಂಟೆಸ್ಕ್ಯೂ ಒಮ್ಮೆ "ನೀವು ಈ ಊರು ಬಿಡುವ ಹವಣಿಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದೀರೆಂದು ತಿಳಿದು ನನಗೆ ವ್ಯಥೆಯಾಗಿದೆ. ನಿಮ್ಮ ನಡುವೆ ನಾನು ಕಳೆದ ಸಮಯ ನನ್ನ ಜೀವಿತದ ಅತ್ಯಂತ ಸುಖದ ದಿನಗಳು ಎಂಬುದನ್ನು ಮರೆಯಲಾರೆ" ಎಂದು ಹಿರಿಯ ಬ್ಲ್ಯಾಕನಿಗೆ ಬರೆದ ತನ್ನ ಪತ್ರವೊಂದರಲ್ಲಿ ನೊಂದು ನುಡಿದಿದ್ದಾನೆ. ಈರ್ವರ ಪತ್ರವ್ಯವಹಾರವನ್ನು, ಮನೆತನದ ಅಮೂಲ್ಯ ದಾಖಲೆಗಳಂತೆ, ಬ್ಲ್ಯಾಕನು ಜತನದಿಂದ ಕಾಯ್ದಿಟ್ಟಿದ್ದ.

ಐರ್ಲೆಂಡಿನ ಶಾಲೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ವಾಯಿತು. 1746ರಲ್ಲಿ ಗ್ಲ್ಯಾಸ್ಗೊ ನಗರದ ಕಾಲೇಜನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಬ್ಲ್ಯಾಕ್ ಪ್ರತಿಭಾವಂತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೆನಿಸಿಕೊಂಡ. ಆ ಕಾಲೇಜಿನ ಶರೀರಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕನಾದ ಡಾ. ಕಲ್ಲೆನ್ ಇವನನ್ನು ಬಹುವಾಗಿ ಮೆಚ್ಚಿದ್ದನಂತೆ. ಅನಂತರ 1750-54ರ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಎಡಿನ್‌ಬರೊ ಮೆಡಿಕಲ್ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯಕೀಯ ವ್ಯಾಸಂಗವಾಯಿತು. ಪದವಿ ಪಡೆದ ಕೇವಲ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲೇ ನಿವೃತ್ತಿಯಾದ ತನ್ನ ಗುರುವಿನ ಪೀಠಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕನಾಗಿ ಚುನಾ

ಯಿತನಾದುದು ಅವನ ಪ್ರತಿಭೆಗೆ ಸಾಕ್ಷಿಯಾಗಿದೆ. 10 ವರ್ಷದ ತರುವಾಯ ಎಡಿನ್‌ಬರೊ ಕಾಲೇಜಿನ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕನ ಹುದ್ದೆ ದೊರೆಯಿತು. ಸತತವಾಗಿ 30 ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಸಹಸ್ರಾರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಜ್ಞಾನದಾನ ಮಾಡಿದ ತೃಪ್ತಿಯಿಂದ 1796ರಲ್ಲಿ ವಿರಮಿಸಿದ; ಮುಂದೆ ಮೂರೇ ವರ್ಷ ಬದುಕಿದ್ದ. ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಆರೋಗ್ಯ ಎಂದೂ ಉತ್ತಮವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ; ಶ್ವಾಸರೋಗದಿಂದ ಅವನ ಜೀವ ಸಾವು ಬದುಕುಗಳ ನಡುವೆ ಸದಾ ಹೊಯ್ದಾಡುತ್ತಿತ್ತು. ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಿನ ಪಥ್ಯಜೀವನದ ಫಲವಾಗಿ ಅವನ ಆಯುಷ್ಯ ಹೆಚ್ಚಿತೆನ್ನಬಹುದು. ತೆಳುವಾದ ಗಂಜಿ, ಹಾಲುಗಳನ್ನು ಕುಡಿದು ಕಳೆದ ದಿನಗಳು ಎಷ್ಟೋ.

ಲಗ್ನವಾಗದಿದ್ದರೂ ಬ್ಲ್ಯಾಕನಿಗೆ ಅಪಾರ ಬಂಧು ವರ್ಗವಿತ್ತು; ನೆಂಟರಿಷ್ಟರಿಗೆ ಆಶ್ರಯದಾತನಾಗಿದ್ದ. ಅವರಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸೋದರ ಸೊಸೆ ಬರ್ನೆಟ್‌ಳನ್ನು ಬಹು ಹಚ್ಚಿಕೊಂಡಿದ್ದ. ಹೆಸರಾಂತ ಇತಿಹಾಸಕಾರನೂ ವಾವೆಯಲ್ಲಿ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಸೋದರನೂ ಆದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ಫರ್ಗುಸನ್ ಈಕೆಯನ್ನು ಲಗ್ನವಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಬ್ಲ್ಯಾಕನಿಗೆ ಆತನೂ ಆತ್ಮೀಯನಾಗಿದ್ದ. ಅವನ ಆಯ್ದ ಮಿತ್ರವೃಂದದಲ್ಲಿ ಸಾಹಿತ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕೃತನಾಮರಾದ ವ್ಯಾಟ್, ಹಟ್ಟನ್, ಹ್ಯೂಮ್, ರಾಬರ್ಟ್‌ಸನ್, ಸ್ಮಿತ್ ಮೊದಲಾದವರಿದ್ದರು. ಅವರೊಡನೆ ಕಲೆತು ಚರ್ಚಿಸಿ ಸಂಶೋಧಿಸುವುದು ಅವನಿಗೆ ಪ್ರಿಯವಾಗಿತ್ತು. ಈ ಶ್ರಮದ ಫಲವಾಗಿ ಕೀರ್ತಿವಂತನಾದರೂ ತನ್ನ ಖ್ಯಾತಿಯನ್ನು ಕುರಿತು ಬ್ಲ್ಯಾಕ್ ಎಂದೂ ಯೋಚಿಸಿದವನಲ್ಲ. ಶೋಧನೆ ಇನ್ನೂ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿದ್ದಾಲೇ ಅದರ ಪ್ರಕಟಣೆಗಾಗಿ ಹಾತೊರೆದು ಮುನ್ನುಗ್ಗುವವರನ್ನು ನಾವು ಕಂಡಿದ್ದೇವೆ. ತಮಗಿಂತ ಮುಂಚೆ ಯಾರಾದರೂ ಪ್ರಕಟಿಸಿಯಾರೆಂಬ ಭೀತಿಯೇ ಈ ಆತುರಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. “ಮಾಡಿದರೆ ಮಾಡಲಿ. ಯಾರು ಮಾಡಿದರೇನು? ಎಲ್ಲವೂ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಕೊಡುಗೆಯಲ್ಲವೇ?” ಎಂಬ ಅವನ ನಿರ್ಲಿಪ್ತತೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮನೋಧರ್ಮದ ಕುರುಹಾಗಿದೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಾಗಿ ಎಂದೂ ಧಾವಿಸದ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಎರಡು ಕೃತಿಗಳು ಅಚ್ಚಾದುದು ವಿಶೇಷವೇ ಸರಿ. ಕುದಿಸಿದ ನೀರು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವುದರ ವಿಷಯವಾಗಿ “ಲಂಡನ್ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರ ಗೋಷ್ಠಿ”ಯಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿದ ಪ್ರಬಂಧ ಮತ್ತು “ಎಡಿನ್‌ಬರೊ ಗೋಷ್ಠಿ”ಯಲ್ಲಿ ಓದಿದ ಐಸ್‌ಲೆಂಡಿನ ಬಿಸಿನೀರಿನ ಬುಗ್ಗೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಲೇಖನ—ಇವೆ ಈ ಎರಡು ಕೃತಿಗಳು.

ಎಡಿನ್‌ಬರೊ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ಪದವಿ ಗಳಿಸಿದ ಕೂಡಲೇ ಅವನಿಂದ ಒಂದು ಲ್ಯಾಟಿನ್ ನಿಬಂಧ ರಚಿತವಾಯಿತು. “ಮ್ಯಾಗ್ನೀಸಿಯಂ ಮತ್ತು ಜಠರದಲ್ಲಿ ಆಹಾರವು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ ಆಮ್ಲ” ಎಂಬ ವಿಷಯವಾಗಿ ತಾನು ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪೂರ್ಣ ಪಾಠ ಅದರಲ್ಲಿತ್ತು. ನಿಬಂಧದ ಕೆಲವು ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ತನ್ನ ತಂದೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಒಂದು ಪ್ರತಿ ಮಾಂಟೆಸ್ಕ್ಯೂ ಕೈಸೇರಿತು.

ಅದರಲ್ಲಿ ವಿವೇಚಿಸಲಾಗಿದ್ದ ವಿಷಯದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿಸ್ತೃತ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಕೂಡಲೇ ಗ್ರಹಿಸಿದ ಅವನು ಹಿರಿಯ ಬ್ಲ್ಯಾಕನನ್ನು ಭೆಟ್ಟಿಯಾಗಿ "ಮಾನ್ಯಮಿತ್ರಾ, ನಿನ್ನ ಸಂತೋಷದಲ್ಲಿ ನಾನೂ ಭಾಗಿ. ನಿನ್ನ ಮಗ ನಿನ್ನ ಮತ್ತು ಮನೆತನದ ಗೌರವವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದ್ದಾನೆ" ಎಂದು ಪ್ರಶಂಸಿದನೆಂದು ವರದಿಯಿದೆ. ಮರುವರ್ಷ ಬರೆದ "ಮ್ಯಾಗ್ನೀಸಿಯಂ, ಸುಣ್ಣ ಮತ್ತು ಇತರ ಕ್ಷಾರೀಯ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳು" ಎಂಬ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಕ್ಷಾರೀಯ ವಸ್ತುಗಳ ಪೂರ್ಣ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡಲಾಗಿತ್ತು. ಅದರ ತಾರ್ಕಿಕ ನಿರೂಪಣೆಯನ್ನು ಮೆಚ್ಚಿದವರು ನ್ಯೂಟನ್ನನ "ಆಪ್ಟಿಕ್ಸ್" ರಚಿತವಾದಾರಭ್ಯ, ಇಂತಹ ಅನುಪಮ ಕೃತಿ ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಕಂಡಿರಲಿಲ್ಲವೆಂದು ಹೊಗಳಿದ್ದುಂಟು. ಮೂತ್ರಕೋಶದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ಹರಳುಗಳನ್ನು ಕರಗಿಸುವ ಒಂದು ದ್ರಾವಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳೇ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುಖಚರ್ಯೆಯನ್ನೇ ಬದಲಿಸಿದ ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ನಾಂದಿಯಾದುವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಸ್ವಯಂ ಬ್ಲ್ಯಾಕನೇ ತರಗತಿಯ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ರಸವತ್ತಾಗಿ ಬಣ್ಣಿಸುವಾಗ, "ನಾನೊಂದು ದ್ರಾವಕದ ಪತ್ತೆಯಲ್ಲಿದ್ದೇನೆ. ಅದು ಮೂತ್ರಕೋಶದ ಹರಳುಗಳನ್ನು ಕರಗಿಸುವಂತಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಪ್ರಬಲಕ್ಷಾರಗಳಂತೆ ಕೋಶದ ಅಂಗ ವಸ್ತುವನ್ನು ಘಾಸಿಮಾಡಬಾರದು" ಎಂದು ಪೀಠಿಕಾ ರೂಪವಾಗಿ ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದನು.

ಸುಣ್ಣಕಲ್ಲನ್ನು ಸುಟ್ಟಾಗ ಸುಣ್ಣವಾಗುವ (quick lime) ವಿಷಯ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತು. ಹೀಗಾದಾಗ ಸುಣ್ಣವು ಬೆಂಕಿಯಿಂದ 'ಸುಡುವ ಗುಣ'ವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ, ನೀರಿನೊಡನೆ ಅದು ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ವಿಪರೀತ ಶಾಖ ಹೊರ ಬೀಳಲು ಅದೇ ಕಾರಣ ಎಂದು ಆಗ ಜನಗಳಲ್ಲಿ ನಂಬಿಕೆಯಿತ್ತು. ಇದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಹೊರಟ ಬ್ಲ್ಯಾಕನಿಗೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಈ ಭಾವನೆ ತಪ್ಪೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಸೀಮೆಯ ಸುಣ್ಣ (Chalk)—ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಕಾರ್ಬೊನೇಟಿನ ಒಂದು ರೂಪ-ವನ್ನು ಸುಟ್ಟರೆ ಅಥವಾ ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿ ಲೀನಮಾಡಿದರೆ, ಅದರ ತೂಕ ಇಳಿಯುವುದನ್ನು ಬ್ಲ್ಯಾಕ್ ಗಮನಿಸಿದ್ದ. ಸುಟ್ಟ ಸುಣ್ಣವನ್ನು ಅದು ಸೌಮ್ಯವಾಗುವವರೆಗೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟರೆ ಅದರಿಂದ ಶಾಖ ಹೊರಬೀಳುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಕಂಡುಕೊಂಡ. ಆದುದರಿಂದ ಸುಣ್ಣಕಲ್ಲನ್ನು ಸುಟ್ಟಾಗ ಅನಿಲರೂಪದ ವಸ್ತುವೊಂದು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಶೇಷವಸ್ತುವಿಗೆ ಕ್ಷಾರ ಸ್ವಭಾವ ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತದೆ, ಪುನಃ ಅದು ವಾತಾವರಣದಿಂದ ಅದೇ ಅನಿಲವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಪೂರ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದು ತನ್ನ ಕ್ಷಾರಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಾವು ಇಂದು ಕೆಳಕಂಡ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತೇವೆ—

$$CaCO_3 \rightleftarrows CaO + CO_2$$

ಸುಣ್ಣಕಲ್ಲು ಸುಟ್ಟಸುಣ್ಣ ಬಂಧಿತಗಾಳಿ

ಇದೇ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ದಾಹಕತ್ವದ (Causticity) ಕಲ್ಪನೆಯಾಗಿತ್ತು. 1755ರಲ್ಲಿ ಅದರ ಪೂರ್ಣ ವಿವರ ಜಗತ್ತಿಗೆ ತಿಳಿಯಿತು. ಆಗ ಲೆವಾಸಿಯೆ 12 ವರ್ಷದ ಶಾಲಾ ಬಾಲಕನಾಗಿದ್ದ. ಆದುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಆತನು ಮೊದಲು ಶೋಧಿಸಿದ ನೆಂದು ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿರಲಿಲ್ಲ.

ಘನ ವಿದ್ವಾಂಸನಾದ ಲೆವಾಸಿಯೆನಲ್ಲಿ ಒಂದು ದುರ್ಗುಣವಿತ್ತು. ತನ್ನ ಸ್ವಂತ ಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಪ್ರಾಪ್ತವಾದ ಯಶಸ್ಸಿನಿಂದ ಅವನಿಗೆ ತೃಪ್ತಿಯಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಇತರರ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ತನ್ನವೇ ಎನ್ನುತ್ತಿದ್ದ. ಮೂಲಶೋಧಕನೂ ಮತ್ತು ತಾನೂ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಆದರೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದೆವು ಎಂದು ಸಾಧಿಸಿ ಕೃತಿಚೌರ್ಯದ ಆಪಾದನೆಯಿಂದ ಪಾರಾಗಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದ. 1774ರಲ್ಲಿ ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದುದು ಸರಿಯಷ್ಟೆ. ಅದನ್ನು ಅವನೇ ಮುಖತಃ ಲೆವಾಸಿಯೇಗೆ ತಿಳಿಸಿದ್ದ. ಆದರೆ ಲೆವಾಸಿಯೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿದವನು ತಾನೇ ಎಂದು ಸಾರಲು ಹಿಂಜರಿಯಲಿಲ್ಲ. ದೊಡ್ಡವರ ಸಣ್ಣತನಕ್ಕೆ ಇದೊಂದು ನಿದರ್ಶನ. ಶ್ರೇಷ್ಠ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಮತ್ತು ದಾರ್ಶನಿಕ ಎನಿಸಿ ಕೊಂಡು ಬಾಳಿನಲ್ಲೂ ಮತ್ತು ಸಾವಿನಲ್ಲೂ ಗಾಂಭೀರ್ಯ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದ ಲೆವಾಸಿಯೇಗೆ ಈ ಹವ್ಯಾಸವಿದ್ದುದು ವಿಧಿವಿಡಂಬನೆಯಂತೆ ತೋರುವುದು. ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಪ್ರಮುಖ ಸಂಶೋಧನೆಯಾದ 'ದಾಹಕ ತತ್ವ'ದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಯಾರೂ ಈ ರೀತಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುವಂತಿರಲಿಲ್ಲ.

ಸುಣ್ಣಕಲ್ಲಿನಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗಿ, ಉಳಿದ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಕ್ಷಾರೀಯ ಗುಣ ಕೊಡುವ ಆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಅನಿಲವಸ್ತು ಯಾವುದು, ಅದರ ಗುಣಗಳೇನು, ಎಂಬುದೇ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗ. "ಅದೊಂದು ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪನಾ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಸ್ರವ್ಯವಸ್ತು (fluid), ಭೌತಿಕವಾಗಿ ಗಾಳಿಯಂತಿದೆ, ಆದರೆ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಭಾರ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಭಿನ್ನವಾದುದು. ಗಾಳಿಯಂತೆ ಅಗೋಚರ; ಕೆಲವು ಕ್ಷಾರೀಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು (alkaline substances) ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅಥವಾ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ಲೀನಮಾಡಿದರೆ ಅನಿಲರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಲೀನಮಾಡಿದರೆ ಆ ನೀರು ಆಮ್ಲದಂತೆ ಹುಳಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಆ ಅನಿಲಕ್ಕೂ ಆಮ್ಲೀಯ ಗುಣವಿರಬೇಕು" ಎಂಬುದೇ ಅವನ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಸಾರಾಂಶ. ಸಸ್ಯಸಂಬಂಧವಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಹುಳಿತಾಗ (ferment) ಉತ್ಪತ್ತಿ ಯಾಗುವ ಅನಿಲವೂ ಇದೇ ಎಂದು ಮುಂದೆ ಗೊತ್ತಾಯಿತು. 1757ರಲ್ಲಿ ಈ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಡಿದ ಸರಳ ಪ್ರಯೋಗ ಹೀಗಿದೆ; ಮದ್ಯ ತಯಾರಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಪೀಪಾಯಿಗೆ

ಸುಣ್ಣದ ತಿಳಿನೀರನ್ನು ಹಾಕಿ ಕುಲುಕಿದಾಗ ಅದು ಹಾಲಿನಂತೆ ಬೆಳ್ಳಗಾಯಿತು. ಸುಣ್ಣದೊಡನೆ ಅನಿಲ ಸೇರಿ ಚಾಕ್ ಒತ್ತರಿಸಿತ್ತು. ತಿದಿಯ ಒಂದು ಬಾಯಿಗೆ ಇದ್ದಿಲು ತುಂಡನ್ನು ಸಿಕ್ಕಿಸಿ ಬೆಂಕಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟ. ಅದರ ಇನ್ನೊಂದು ಬಾಯಿಯನ್ನು ಸುಣ್ಣದ ತಿಳಿನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅದೂ ಹಾಲಿನಂತಾಯಿತು. ಸುಣ್ಣದ ತಿಳಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಳವೆಯೊಂದನ್ನಿಟ್ಟು ಊದಿದಾಗಲೂ ಹೀಗೆಯೇ ಆಯಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಮೇಲಿನ ಸಂದರ್ಭಗಳೆಲ್ಲದರಲ್ಲಿಯೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಅನಿಲ ಒಂದೇ ಆಗಿರಬೇಕೆಂಬ ತೀರ್ಮಾನ ಅನಿವಾರ್ಯವಾಯಿತು. ಇದನ್ನೇ ನಾವು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಎನ್ನುವುದು.

ಇದರಿಂದ "ಗಾಳಿಯೊಂದೇ ಅನಿಲವಸ್ತುವಲ್ಲ, ಅದಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾದ ಅನಿಲಗಳಿವೆ, ಗಾಳಿಯಂತೆ ಅವುಗಳೂ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪನಾಶಕ್ತಿ ಹೊಂದಿವೆ; ಘನ ಮತ್ತು ದ್ರವಗಳೊಡನೆ ಸಂಯೋಜಿಸಿದಾಗ ಈ ಗುಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಸಂಯುಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟಾಗ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪನಾಶಕ್ತಿ ಪುನಃ ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತದೆ" ಎಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಬ್ಲ್ಯಾಕನು ಆ ವಿಶಿಷ್ಟ ಅನಿಲವಸ್ತುವಿಗೆ "ಬಂಧಿತಗಾಳಿ" (Fixed air) ಎಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟನು. ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಈ ಸಾಧನೆಯು ಇತರ ಅನಿಲಗಳ ಶೋಧಕ್ಕೆ ದಾರಿಮಾಡಿತು. 1766ರಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್‌ನಿಂದ ಹೈಡ್ರೊಜನ್, 1772ರಲ್ಲಿ ಡಿ. ರುಥರ್‌ಫರ್ಡ್‌ನಿಂದ ನೈಟ್ರೊಜನ್, 1774ರಲ್ಲಿ ಷೀಲೆಯಿಂದ ಕ್ಲೋರೀನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿಯಿಂದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟವೆಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೆನೆಯಬಹುದು. ಅದೇ ವರ್ಷ ಲವಾಸಿಯೆ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ನೂತನ ದಹನ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೂ ಇದು ಪ್ರೇರಕವಾಯಿತೆನ್ನಬಹುದು. ಇಷ್ಟಾದರೂ, 1777ರಲ್ಲಿ "Supplement" ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕುರಿತು ಲೇಖನ ಬರೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಮಾರ್ವೊ ಈ ಪ್ರಮುಖ ಶೋಧನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಚಕಾರ ಎತ್ತದಿದ್ದುದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಅವನು ಪೂರ್ವಗ್ರಹ ಪೀಡಿತನಾಗಿದ್ದನೆಂದು ತೋರುತ್ತದೆ. ಸ್ಟಾಲ್‌ನ ಫ್ಲಾಜಿಸ್ಟಾನ್ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಶರಣಾಗಿದ್ದ ಅವನಿಗೆ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮಮತೆಯಿಲ್ಲದಿದ್ದುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ಆದರೆ ಇದೇ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಒಂದು ಪಕ್ಷ ಫ್ರಾನ್ಸಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದಿದ್ದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಾರ್ವೊ ಅವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇಷ್ಟು ಅಸಡ್ಡೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ!

ಹೀಗೆ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಪರಿಶ್ರಮದಿಂದ, ವಾಯುಮಂಡಲದ ಗಾಳಿಯೂ ಸಹಾ ಅನಿಲ ಕುಟುಂಬದ ಒಂದು ಸದಸ್ಯನೆಂಬುದು ಖಂಡಿತವಾಯಿತು. 1751ರಲ್ಲಿ ಡಿ ಆ್ಯಲಂಬರ್ಟ್ ಎಂಬುವವನು "ಗಾಳಿ" ಎಂಬ ತನ್ನ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಗಾಳಿಯೊಂದೇ ಶಾಶ್ವತ ಅನಿಲವೆಂದೂ, ಉಳಿದ ಅನಿಲವಸ್ತುಗಳು ಹಬೆಯಂತೆ ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಅನಿಲಸ್ಥಿತಿ ಹೊಂದಿವೆಯೆಂದೂ, ಅವೆಲ್ಲಾ ಗಾಳಿಯ ಅಶುದ್ಧ ರೂಪಗಳೆಂದೂ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದ. ಇದಕ್ಕೆ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಅನುಮೋದನೆಯೂ

ಸಿಕ್ಕಿತ್ತು. ಆದರೆ ಸತ್ಯಾಂಶ ತಿಳಿದಾಗ, ಇತರ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಹುಡುಕುವುದು ಮಾತ್ರ ಉಳಿಯಿತು. ದಹ್ಯಾನಿಲದ ಕಡೆ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊರಳಿತು. ಬ್ಲ್ಯಾಕನ "ಬಂಧಿತ ಗಾಳಿ"ಯಂತೆ ಅದೂ ಒಂದು ಅನಿಲವೆಂದು ನಿರ್ಣಯವಾಯಿತು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಅನಿಲಗಳ ಇರವು ಬ್ಲ್ಯಾಕನಿಗೆ ಗೊತ್ತಿರಲಿಲ್ಲವೆಂದಲ್ಲ. 1766ರಲ್ಲಿ ಅವನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಗಾಳಿಯ ಬೆಲೂನ್ ಇದಕ್ಕೆ ಜೀವಂತ ಸಾಕ್ಷಿ. ದಹ್ಯಾನಿಲ (ಹೈಡ್ರೊಜನ್) ತುಂಬಿದ ಬೆಲೂನು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಏರುವುದೆಂದು ತನ್ನ ಮಿತ್ರರ ಸಮಕ್ಷಮ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದ್ದ. ಆದರೆ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್ ಆ ಅನಿಲದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಾಂದ್ರತೆ ಇತ್ಯಾದಿ ಗುಣಗಳನ್ನು ಕೃತಪಡಿಸಿ ಉಪಕರಿಸಿದನೆನ್ನಬಹುದು.

ಬಂಧಿತ ಗಾಳಿಯ ಶೋಧ ಮತ್ತು ಅದರ ವ್ಯಾಪಕ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ; 1763ರಲ್ಲಿ ಬ್ಲ್ಯಾಕನು ಮಾಡಿದ ಮತ್ತೊಂದು ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಜಗತ್ತು ಚಿರಋಣಿಯಾಗಿರಬೇಕು. "ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಕರಗಿ ನೀರಾದಾಗ, ಉಷ್ಣಮಾಪಕ ಸೂಚಿಸುತ್ತಿದ್ದುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಾಖ ವ್ಯಯವಾಗುತ್ತದೆ. ನೀರು ಕುದಿದು ಹಬೆಯಾದಾಗಲೂ ಅಷ್ಟೆ. ಅದೇ ಹಬೆ ನೀರಾದಾಗ ಶಾಖ ಹೊರಬೀಳುತ್ತದೆ. ನೀರನ್ನು ಮಂಜುಗೆಡ್ಡೆಗಿಂತ ಕೆಳಗಿನ ಶೈತ್ಯಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಬಹುದು. ಆ ಅಸ್ಥಿರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕುಲುಕಿದರೂ ಸಾಕು, ಅದು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಆಗ ಶಾಖ ಹೊರಚೆಲ್ಲುವುದು." ಈ ಅನುಭವವನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಬ್ಲ್ಯಾಕನು ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ ತತ್ವವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದ. "ಘನಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ದ್ರವರೂಪಕ್ಕೆ, ಮತ್ತು ದ್ರವಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಅನಿಲ ರೂಪಕ್ಕೆ ವಸ್ತು ಪರಿವರ್ತನೆಯಾದಾಗ ಶಾಖ ಗೋಪ್ಯವಾಗಿ ಖರ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಕೈಗೆ ಅಥವಾ ಉಷ್ಣಮಾಪಕಕ್ಕೆ ಆ ಶಾಖ ತಟ್ಟುವುದಿಲ್ಲ. ನೂತನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ತನಕ ಈ ಶಾಖ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದು ಪೂರ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳಿದಾಗ ಈ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣವನ್ನು ಹೊರಗೆಡವುತ್ತದೆ" ಎಂಬುದೇ ಅದರ ಸಾರಾಂಶ. ಈ ಶೋಧನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ತನ್ನ ಅನುದಿನದ ತರಗತಿಯ ಭಾಷಣದಲ್ಲಿ ಹೊರತು ಮತ್ತೆಲ್ಲೂ ಬ್ಲ್ಯಾಕನು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಮಾರ್ವೊ ರಚಿತ ವಿಶ್ವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಅದರ ಉಲ್ಲೇಖವಿಲ್ಲದೇಹೋಯಿತು. ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಇತರ ಪ್ರಯೋಗ ನಿರತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಉಳಿದ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು.

ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣ ತತ್ವ ಎಂಬುದು ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಮೂರನೆಯ ಪ್ರಮುಖ ಶೋಧನೆ. ಅದನ್ನು ಅವನು "ವಸ್ತುಗಳ ಶಾಖಧಾರಣಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ" ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದ. ಗೊತ್ತಾದ ತೂಕ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅವು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಾಖದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದು; ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ತಾಪದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಗೊತ್ತಾದ ತಾಪಕ್ಕೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಏರಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಶಾಖದ ಪ್ರಮಾಣವು ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಆ ತತ್ವ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 150°

ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ತಾಪದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಪೌಂಡು ಚಿನ್ನವನ್ನು 50° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಪೌಂಡು ನೀರಿಗೆ ಹಾಕಿದಾಗ, ಮಿಶ್ರಣದ ತಾಪ ಸರಾಸರಿ 100° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಆಗಲಿಲ್ಲ, 55° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ತಲಪಿತು. ಚಿನ್ನವು 95° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನಷ್ಟು ಶಾಖ ಕಳೆದುಕೊಂಡರೆ ನೀರು ಕೇವಲ 5° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಮಾತ್ರ ಏರಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ನೀರಿನ ಶಾಖಗ್ರಹಣ ಶಕ್ತಿ ಚಿನ್ನಕ್ಕಿಂತ 19 ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೆಂದು ಬ್ಲ್ಯಾಕನು ತರ್ಕಿಸಿದ. ಇದು ನಿಜವಾಗಿದ್ದರೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಗಾತ್ರ ಪಾದರಸವನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತಾಪಕ್ಕೆ ಏರಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಶಾಖದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ ಅದೇ ಗಾತ್ರ ನೀರನ್ನು ಅದೇ ತಾಪಕ್ಕೆ ತರಲು ಅಗತ್ಯವಾಗುವ ಶಾಖದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರಬೇಕು. ಇದೂ ಸಹಾ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ದೃಢಪಟ್ಟಿತು.

ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್ ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಅನಿಲದ ಮೇಲೆ, ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ ಮತ್ತು ಷೀಲ್ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಅನಿಲದ ಮೇಲೆ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ, ದಹನಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಶ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಲೆವಾಸಿಯೆ ತನ್ನ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನಷ್ಟೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಗುಪ್ತೋಷ್ಣ ಮತ್ತು ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣ ತತ್ವಗಳೇ ಆಧಾರವಾಗಿದ್ದುವು. ಹೀಗೆ ಆಧುನಿಕ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಎರಡು ಊರುಗಂಬಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಬ್ಲ್ಯಾಕನದು. ಅದರಲ್ಲೂ ಆ ಅಡಿಗಲ್ಲುಗಳ ಮೇಲೆ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಭವ್ಯಕಟ್ಟಡ ಏರಬಹುದೆಂಬ ಕಲ್ಪನೆಯೂ ಇಲ್ಲದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದುದು ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಹೆಚ್ಚಳ.

ಇನ್ನು ಉಪಾಧ್ಯಾಯನಾಗಿ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವವನ್ನು ವಿವೇಚಿಸುವುದು ಉಳಿದಿದೆ. ಸುಮಾರು 40 ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಆ ಘನ ವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಅವನು ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ ರೀತಿ ಶ್ಲಾಘನೀಯವಾದುದು. ಅವನ ಪ್ರವಚನ ಪದ್ಧತಿ ಆದರ್ಶವಾಗಿದ್ದುದಲ್ಲದೆ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸರಳ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಆಡಿ, ಮಾಡಿ, ತೋರಿದುದರಲ್ಲಿ ಸೊಬಗಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಶ್ರಾವಕರ ಗಮನ ಸೆಳೆಯಬೇಕು, ಚರ್ಚಿತ ವಿಷಯ ಅವರ ಸ್ಮರಣೆಯಲ್ಲಿ ಉಳಿಯಬೇಕು, ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೂ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ಅವರಿಗೆ ಮನವರಿಕೆಯಾಗಬೇಕು. ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಮೂಲಕ ಕರ್ತೃ ಅದನ್ನು ಶೋಧಿಸಿದ ಬಗ್ಗೆ ರಂಜನೀಯವಾದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿರಬೇಕು. ಹೀಗಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಪ್ರವಚನ ಸಾರ್ಥಕ ಎಂದು ಬ್ಲ್ಯಾಕ್ ಭಾವಿಸಿದ್ದ. ತರಗತಿಗೆ ಲಘುಟಿಪ್ಪಣಿಗಳೊಡನೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತಿದ್ದ. ಪ್ರಯೋಗಗಳ ವಿವರಗಳು ಮಾತ್ರ ಅದರಲ್ಲಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಅವನ ಪ್ರವಚನ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಆಶುಭಾಷಣದಂತಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಅವನು ವಿಶೇಷ ತಯಾರಿ ಮಾಡಿಕೊಂಡವನಲ್ಲ. ಶ್ರೋತೃಗಳೊಡನೆ ಸರಸ ಸಂಭಾಷಣೆಯಂತೆ ಉಪನ್ಯಾಸ ನಡೆಯುತ್ತಿತ್ತು. ಧ್ವನಿಯೇರಿಸಿ ಮಾತನಾಡದಿದ್ದರೂ, ನಿಶ್ಶಬ್ದ ವಾತಾವರಣವಿರುತ್ತಿದ್ದುದರಿಂದ, ಕಿಕ್ಕಿರಿದ ವಿಶಾಲ ಸಭಾಂಗಣದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಕೇಳಿಸುತ್ತಿತ್ತು.

ಸಮಯೋಚಿತ ಹಸ್ತವಿನ್ಯಾಸವೊಂದನ್ನುಳಿದು ಯಾವ ಅಂಗಚೇಷ್ಟೆಗಳಿಲ್ಲದೆ ಭಾಷಣ ನಿರಾಯಾಸವಾಗಿ ಸಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಪ್ರಶಾಂತವಾದ ಮುಖಮುದ್ರೆ, ಆಕರ್ಷಕ ನಿಲುವು, ಅಗಲವಾದ ಹಣೆ, ವಯೋಧರ್ಮಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ನರೆ ಗೂದಲು, ಸ್ಪಷ್ಟ ಉಚ್ಚಾರಣೆ, ಇವುಗಳಿಗೆ ಮಾರುಹೋದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತದೇಕಚಿತ್ತರಾಗಿ ಉಪನ್ಯಾಸವನ್ನು ಆಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಕಾಲ ಸರಿದ ಪರಿವೆಯೇ ಅವರಿಬ್ಬರಿಗೂ ಇರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಆದ್ಯತೆ ಹೆಚ್ಚು. ಅದರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಅವನನ್ನು ಮೀರಿಸಿದವರಿಲ್ಲವೆನ್ನಬಹುದು. ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವಾಗ ಅವನು ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಶ್ರದ್ಧೆ, ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಮತ್ತು ಏಕಾಗ್ರತೆಯ ಕಾರಣ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಎಂದೂ ವಿಫಲನಾದವನಲ್ಲ. ಕುದಿಯುವ ನೀರು ಅಥವಾ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಮೂತಿಯಿಲ್ಲದ ಪಾತ್ರೆಯಿಂದ ಪ್ರನಾಳಕ್ಕೆ ಸುರಿಯುವಾಗ ಅವನ ಕೈಚಳಕ ನೋಡಿ ಆನಂದಿಸಬೇಕಿತ್ತು. ದ್ರಾವಕ ತೆಳುವಾದ ಧಾರೆಯಂತೆ ಬೀಳುತ್ತಿದ್ದು, ಒಂದು ತೊಟ್ಟೂ ಚೆಲ್ಲುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಲು ಎರಡು ಪಾತ್ರೆಗಳಿಗೂ ಇರಬೇಕಾದ ದೂರ ನಿರ್ಣಯ ಬಹುಮುಖ್ಯ ಎಂದು ಬ್ಲ್ಯಾಕನು ಒತ್ತಿ ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದ. ಪ್ರಯೋಗ ಮುಗಿದ ಮೇಲೆ, ಮೇಜಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಹನಿ ದ್ರಾವಕ ಅಥವಾ ಒಂದು ಚೂರು ಕಸವಿರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಉಪಕರಣಗಳು ಸ್ವಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುತ್ತಿದ್ದುವು. ತಾನುಮಾಡಿದ ಸಂಶೋಧನೆಯ ರೀತಿ, ಅದಕ್ಕೆ ಪ್ರೇರಕವಾದ ಸನ್ನಿವೇಶ, ಅದನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಅನುಭವಿಸಿದ ಕಷ್ಟಕಾರ್ಪಣ್ಯಗಳು, ಬಳಸಿದ ಉಪಕರಣ ಇತ್ಯಾದಿಗಳನ್ನು ಸ್ಥಿತಪ್ರಜ್ಞನಂತೆ ವಿವರಿಸುತ್ತಾ ಅದೇ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮತ್ತೆ ಮಾಡಿ ತೋರಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ತನ್ಮಯರಾಗಿಬಿಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಇಷ್ಟಾದರೂ ತನ್ನ ಜಯ, ಸಾಧನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕಿಂಚಿತ್ತೂ ಗರ್ವಪಡದೆ ವಿನೀತನಾಗಿರುತ್ತಿದ್ದ. ಅಂದಿನ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಾಗ್ಮಿಗಳೆನಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಪಿಟ್, ಫಾಕ್ಸ್, ಗ್ರ್ಯಾಂಟ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲಂಕೆಟ್‌ರ ವಾಗಾಡಂಬರ, ಆವೇಶಗಳಿಲ್ಲದೆ, ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಕನಿಗೆ ಇರಬೇಕಾದ ಗಾಂಭೀರ್ಯ, ವರ್ಣನಾಸಾಮರ್ಥ್ಯ, ಸರಳ ನಿರೂಪಣೆ, ಪ್ರಯೋಗ ಕೌಶಲ್ಯ, ಮೇಲಾಗಿ ಸತ್ಯಪ್ರಿಯತೆ ಮತ್ತು ನಮ್ರತೆಗಳನ್ನು ಮೈಗೂಡಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ.

ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಈ ಸದ್ಗುಣಗಳನ್ನು ಅವನ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲೂ ಕಾಣಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಯಾವ ವಿಷಯದಲ್ಲೇ ಆಗಲಿ, ಪೂರ್ವಗ್ರಹಕ್ಕೆ, ಆವೇಶಕ್ಕೆ ಬಲಿಯಾಗದೆ ನಿಷ್ಪಕ್ಷಪಾತವಾದ ತೀರ್ಮಾನ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದ. ಎಂತಹ ಉದ್ರಿಕ್ತ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲೂ ತಾಳ್ಮೆಗೆಡುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ತನ್ನ ಸಮಕಾಲೀನರ ಮತ್ತು ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳ ಅಲ್ಪತನವನ್ನು ಮರೆತೂ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೊಂದು ಅಪವಾದವಿತ್ತು. ಜರ್ಮನ್ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನಾದ ಮೆಯರ್‌ಗೆ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ದಾಹಕತ್ವ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಹಿಡಿಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಕ್ಷಾರೀಯ ವಸ್ತುಗಳು ಸೌಮ್ಯವಾಗಲು ಯಾವುದೋ ಆಮ್ಲ ಕಾರಣವೆಂದು ಅವನು ಹೇಳಿದ್ದ. ಇದರಿಂದ ಬ್ಲ್ಯಾಕನು

ಎಷ್ಟು ಕುಪಿತನಾಗಿದ್ದನೆಂದರೆ, ತನ್ನ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿ ಮೆಯುರನ ಅಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಮೊಂಡುತನಗಳನ್ನು ನಿರ್ದಾಕ್ಷಿಣ್ಯವಾಗಿ ಖಂಡಿಸುವಾಗ ಆವೇಶದಿಂದ ಕುದಿಯುತ್ತಿದ್ದ. ಎಂತಹ ಘಟಾನುಘಟಿಗಳ ಟೀಕೆಯಿಂದಲೂ ವ್ಯಗ್ರನಾಗದ ಬ್ಲ್ಯಾಕನು, ಮೆಯುರನಂತಹ ಕ್ಷುದ್ರ ಪ್ರತಿಸ್ಪರ್ಧಿಯಿಂದ ಕೆರಳುತ್ತಿದ್ದನೆಂದರೆ ವಿಸ್ಮಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸ್ನಾನಾದಿ ನಿತ್ಯಕರ್ಮಗಳಿಗೆ ಅವನು ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದ ನವಿರಾದ ಸಲಕರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಸೌಂದರ್ಯ ಪ್ರಿಯತೆ ಒಡಮೂಡುತ್ತಿತ್ತು. ಬ್ರಹ್ಮಚಾರಿಯಾಗಿ ಒಂಟಿ ಜೀವನ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದುದರಿಂದ ಅವನಿಗೆ ಈ ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿತ್ತು ಎನ್ನುತ್ತಿದ್ದವರುಂಟು. ಆದರೆ ಸ್ನೇಹ ಜೀವಿಯಾದ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಸುತ್ತ ಮಿತ್ರವೃಂದವೇ ಇರುತ್ತಿತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಮರೆಯಲಾಗದು! ಸುಖಾಪೇಕ್ಷೆಯಿಲ್ಲದ ನಿರಾಡಂಬರ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಅನಗತ್ಯ ಎನಿಸುವಷ್ಟು ಅವನ ಜೀವನ ವೆಚ್ಚ ಇದ್ದುದು ನಿಜ. ವಿಪುಲ ಆದಾಯವಿರುವವರಂತೆ ಖರ್ಚುಮಾಡುತ್ತಿದ್ದುದೂ ನಿಜ. ಆದರೆ ತನಗಾಗಿ ಅಲ್ಲ, ಇಷ್ಟ ಮಿತ್ರರಿಗಾಗಿ. ತನ್ನ ಶಿಷ್ಯರಿಂದ ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಶುಲ್ಕ ವಸೂಲು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದನೆಂಬ ದೂರೂ ಕೇಳಿಬರುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ರಾಬಿನ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಫರ್ಗುಸನ್‌ರವರು ಇದನ್ನು ಮಿಥ್ಯಾಪವಾದವೆಂದಿದ್ದಾರೆ, ಅವನ ದಾನಬುದ್ಧಿಗೆ ಸಾಕ್ಷಿಗಳನ್ನು ಉದಹರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಗ್ಲ್ಯಾಸ್ಗೋದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅವನ ಆಸ್ತಿಯ ಮುಕ್ಕಾಲು ಭಾಗವನ್ನು ಒಂದು ಸಂಸ್ಥೆಯ ಬಂಡವಾಳದಲ್ಲಿ ಹೂಡಿದ್ದ. ಅದು ದಿವಾಳಿಯಾಗುವ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯಿದ್ದರೂ, ತನ್ನ ಪಾಲುದಾರಿಕೆಯನ್ನು ಹಿಂತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳದೆ, ಅದರ ಯಜಮಾನನಾದ ತನ್ನ ಮಿತ್ರನ ಬಗ್ಗೆ ಅನುಕಂಪ ಪಡುತ್ತಿದ್ದನಂತೆ! ಎಡಿನ್‌ಬರೋದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ವಣಿಕ ಮಿತ್ರರ ಸಲುವಾಗಿ ಅವನು ತಲೆಕೊಟ್ಟ ಪ್ರಸಂಗಗಳೆಷ್ಟೋ!

ಕಾಯಕವೇ ಕೈಲಾಸ, ಲೋಕಶಿಕ್ಷಣವೇ ಗುರಿ, ಪರೋಪಕಾರವೇ ಪುಣ್ಯ ಎಂದು ಬಾಳಿದ ಬ್ಲ್ಯಾಕನ ಆದರ್ಶ ಇಂದಿಗೂ ಅನುಕರಣೀಯ.

ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಅಮೆರಿಕನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಬೆಂಜಮಿನ್ ಫ್ರಾಂಕ್ಲಿನ್‌ರವರು ಕಾರ್ಯ ನಿರತ ರಾಜಕಾರಣಿಯೂ ಆಗಿದ್ದರು; ಅಮೆರಿಕದ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಹೋರಾಟದಲ್ಲಿ ಅವರು ಭಾಗವಹಿಸಿದ್ದರು. 1765 ರಲ್ಲಿ ಆ ಬಗ್ಗೆ ಮಾತುಕತೆಗಳಿಗಾಗಿ ಅವರು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಬಂದಿದ್ದಾಗ ಲಂಡನ್ನಿನ ಕ್ಲೆಫಾಮ್ ಕಾಮನ್ ಸರೋವರದ ದಡದಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಗಾಳಿಯ ಹೊಡೆತದಿಂದ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧಗೊಂಡಿದ್ದ ಸರೋವರವನ್ನು ನೋಡಿ ಐದು ನಿಮಿಷಗಳೊಳಗೆ ಸರೋವರವನ್ನು ಶಾಂತಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರುವುದಾಗಿ ಸವಾಲು ಹಾಕಿದರು. ಆ ಇಂದ್ರಜಾಲವನ್ನು ನೋಡಲು ನೂರಾರು ಜನ ಬಂದು ಸೇರಿದರು. ಫ್ರಾಂಕ್ಲಿನ್‌ರವರು ಒಂದು ಚಮಚದ ತುಂಬಾ ಆಲಿವ್ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನು ತೆಗೆದು ಕೊಂಡು ಸರೋವರಕ್ಕೆ ಸುರಿದರು. ಗಾಳಿ ಬಲವಾಗಿ ಬೀಸುತ್ತಿದ್ದುದರಿಂದ ಎರಡು ಮೂರು ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ಎಣ್ಣೆ ಸರೋವರದ ಮೇಲೆಲ್ಲಾ ಹರಡಿಕೊಂಡಿತು. ನೀರು ಶಾಂತವಾಯಿತು.

ಎಣ್ಣೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆರೆಯುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಅದರ ತೆಳುವಾದ ಪದರ ನೀರಿನ ಮೇಲೆಲ್ಲಾ ಹರಡಿಕೊಂಡರೆ ನೀರಿನ ಕುಲುಕಾಟ ನಿಂತುಹೋಗುವುದೆಂಬುದು ಈಗ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೆಲ್ಲ ಬಲ್ಲರು.

ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಸ್ಟ್ರಾತ್‌ಕ್ಲೈಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಡಾ. ಸಿ. ಎಚ್. ಗೈಲ್ಸ್‌ರವರಿಗೆ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹುಟ್ಟಿತು. ಆ ಎಣ್ಣೆಪದರದ ದಪ್ಪ ಎಷ್ಟಿದ್ದಿತೆಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಅವರಿಗೆ ಮಾಹಿತಿ ಬೇಕಾಯಿತು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಸರೋ ವರದ ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಅಳೆದರು. ಅದರ ಮೇಲೆ ಹರಡಿಕೊಂಡ ಎಣ್ಣೆಯ ಗಾತ್ರ ಎಷ್ಟು ಎಂಬುದು ತಿಳಿದರೆ ಅದನ್ನು ಮೇಲ್ಮೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಭಾಗಿಸಿ ಪದರದ ದಪ್ಪ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದಷ್ಟೆ. ಒಂದು ಚಮಚದ ತುಂಬ ಎಣ್ಣೆ ಸುರಿದರೆಂಬ ದಾಖಲೆ ಸಿಕ್ಕಿತ್ತು. ಆ ಚಮಚ ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದು? 1765ರ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಚಮಚಗಳು ಮ್ಯೂಸಿಯಂನಲ್ಲಿ ಇದ್ದುವು. ಅವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಎಣ್ಣೆಯ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿ ಅದನ್ನು ಸರೋವರದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಭಾಗಿಸಿ ಎಣ್ಣೆ ಪದರದ ದಪ್ಪವನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿದರು. ಅದು 12 ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂ, ಎಂದರೆ 0.00000012 ಸೆಮೀ. ಎಂದು ಗೊತ್ತಾ ಯಿತು. ಆಲಿವ್ ಎಣ್ಣೆಯ ಅಣುಗಳ ಸರಾಸರಿ ದಪ್ಪ 12 ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂ ಎಂದು ಈಗ ತಿಳಿದಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಏಕಾಣು ಪದರವಾಗಿದ್ದಿರಬೇಕೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸ ಲಾಯಿತು.

ಪಿ. ವೆಂಕಟರಾಮಯ್ಯ

ನ್ಯೂಟ್ರಾನು

ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಜರುಗಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಅಂತಹ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ನಂಬಿಕೆಗೆ ಅರ್ಹವಾಗಿದ್ದ ಅನೇಕ ದೃಢ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳಿಂದ ನೂತನ ಮಾರ್ಗಗಳೇ ಉದ್ಭವಿಸಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮ್ಯಾಕ್ಸ್ ಪ್ಲಾಂಕರ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತ, ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮುಂತಾದುವುಗಳು. ಆದರೆ ಸಂಶೋಧಿಸಿದ ತಾರುಣ್ಯದಲ್ಲೇ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಮಹತ್ತರ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿರುವುದೆಂದರೆ 'ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್' ಸಂಶೋಧನೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಏನು? ಅದನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು? ಅದರ ಗುಣವಿಶೇಷಗಳೇನು? ಅದರಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಮಹತ್ತರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಾವುವು? ಅದರ ಉಪಯೋಗಗಳೇನು? ಎಂಬೀ ಕೆಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಉತ್ತರ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಪರಮಾಣುಗಳೆಂಬ ಅತ್ಯಂತ ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿವೆ ಎಂದು 19 ನೆ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿಯೇ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಆದರೆ ಈ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೂ ರಚನೆ ಇದೆ ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿ, ಆ ರಚನೆಯ ವಿವರಗಳು ನಮಗೆ ದೊರಕಿದುದು 19ನೆ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ. ಈ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಬಹಳ. 1897 ರಲ್ಲಿ ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್ ಎಂಬ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಗೆಯ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲೂ ಋಣವಿದ್ಯುದಂಶವಿರುವ ಒಂದೇ ತೆರನಾದ ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳಿರುವುವೆಂದು ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿಯಿತು. ಈ ಕಣಗಳು ಹೊಂದಿರುವ ವಿದ್ಯುದಂಶವೇ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕನಿಷ್ಠ ಮಾನವೆಂದೂ, ಉಳಿದ ಯಾವುದೇ ಕಣಗಳಲ್ಲಿರಬಹುದಾದ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಈ ಕನಿಷ್ಠಮಾನದ ಪೂರ್ಣಾಂಕದ ಅಪವರ್ತ್ಯ (Integral multiple) ಎಂದೂ 1911 ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಆರ್. ಎ. ಮಿಲಿಕನ್ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಪ್ರತಿ ವಸ್ತುವಿ

ನಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವ ಈ ಋಣವಿದ್ಯುದಂಶದ ಕಣಗಳನ್ನು "ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್"ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇವೆ ಎಂದಮೇಲೆ ಯಾವುದೇ ರಾಸಾಯನಿಕ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೆಷ್ಟು ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಉದ್ಭವಿಸುವುದು. ಸಹಜ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಾಗಿ (Natural radioactivity) ಯುರೇನಿಯಂ, ಥೋರಿಯಂ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುವ ಬೀಟ ಕಣಗಳನ್ನು (ಇವೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೇ; ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಬೀಟ ಕಣಗಳೆಂದು ಹೆಸರು) ಒಂದು ಲೋಹದ ತಗಡಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಅವು ಚದರುವುವು. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಚದರಿದ ಬೀಟ ಕಣಗಳನ್ನು ನೋಡಿ ತಗಡಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಪ್ರತಿ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆ ತಿಳಿಯುವುದು. ಯಾವುದೇ ರಾಸಾಯನಿಕ ಧಾತುವಿನಮೇಲೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಗಳ ಒಂದು ಪ್ರವಾಹ ಬಂದು ಬಡಿದರೆ ಆ ಧಾತು ತನಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ X-ಕಿರಣ ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದು. ಆ ಧಾತುವಿಗೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಈ X-ಕಿರಣಗಳ (Characteristic X-rays) ಆವರ್ತನ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಆ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣು ವಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಟ್ಟು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಇನ್ನೂ ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವುದು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದ ಅಂಶವೆಂದರೆ: ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಗೆ (ಮೆಂಡಿಲೀಫನ ಆವರ್ತ ಕೋಷ್ಟಕದಲ್ಲಿ ಆ ಧಾತುವಿನ ಕ್ರಮಾಂಕ) ಸಮ. ಅಂದರೆ ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ 1, ಆಮ್ಲಜನಕದಲ್ಲಿ 8, ಚಿನ್ನದಲ್ಲಿ 79 ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಂನಲ್ಲಿ 92 ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಗಳಿವೆಯೆಂದು ತಿಳಿದಂತಾಯಿತು. ಒಟ್ಟು ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುದಂಶವಿಲ್ಲ ವಾದುದರಿಂದ ಅಷ್ಟೇ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವೂ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರ ಬೇಕೆಂಬುದೂ ನಿಗದಿಯಾಯಿತು. ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಧನ ಮತ್ತು ಋಣ ವಿದ್ಯು ದಂಶದ ಕಣಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ ಲಾರ್ಡ್ ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್‌ರವರು (1911) ಧನ ವಿದ್ಯು ದಂಶವುಳ್ಳ ಭಾಗ ಪರಮಾಣುವಿನ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದೆ ಎಂದೂ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಅದರ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವುವೆಂದೂ ಒಂದು ವಾದವನ್ನು ಮಂಡಿ ಸಿದರು. ಪರಮಾಣು ಕೇಂದ್ರವನ್ನು "ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್" ಎಂದು ಕರೆದರು. ಪರಮಾಣುವಿನ ತ್ರಿಜ್ಯ (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೊದಿಕೆ) ಸುಮಾರು 10^{-8} ಸೆಮೀ. ಇದ್ದರೂ, ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಧಿಕ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೆಲ್ಲಾ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ತ್ರಿಜ್ಯ ಸುಮಾರು 10^{-13} ಸೆಮೀ. ಮಾತ್ರ. ಅಂದರೆ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಭೂಮಿಯ (4000 ಮೈ. ತ್ರಿಜ್ಯ) ಗಾತ್ರದಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದು ಮಾಡಿದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಗಾತ್ರ ಸುಮಾರು

ಒಂದು ಫುಟ್‌ಬಾಲ್‌ನಷ್ಟಾಗುವುದು! ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು "ಪ್ರೋಟಾನ್" ಎಂದು ಕರೆದರು. ಇತರ ಎಲ್ಲ ಧಾತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲೂ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿವೆಯೆಂದು ಖಚಿತವಾಯಿತು. ಪ್ರೋಟಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಪ್ರೋಟಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಮೂಲ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ (z) ಗೆ ಸಮವಾಗಿರಬೇಕು.

ಮೇಲಿನ ಪರಮಾಣುರಚನೆಯ ರೀತಿ ಹೀಲಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ 2, ಸಾರಜನಕದಲ್ಲಿ 7 ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಂ ನಲ್ಲಿ 92 ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಈ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಒಟ್ಟು ತೂಕ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ (A)ಯಷ್ಟೇ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿರಬೇಕೆಂಬ ವಾದ ಹುಟ್ಟಿತು. ಇದರಿಂದ ತೂಕ ಸರಿದೂಗಿಸಬಹುದು, ವಿದ್ಯುದಂಶ ಸರಿದೂಗುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೊಡನೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಬೆರೆತರೆ ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗ ವಿದ್ಯುದಂಶ ನಿವಾರಿಸಲು ಸಹಾಯವಾಗುವುದು. ಆಮ್ಲಜನಕ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ 16 ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆ 8. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ 16 ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು 8 ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿದ್ದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ 8 ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವಿದ್ದಂತಾಯಿತು. ಬೀಟ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆ ತೋರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಂದ ಬೀಟ ಕಣಗಳು (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು) ಹೊರಬರುತ್ತಿದ್ದುದರಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುವುದು ನಿಜವೆನಿಸಿತು. ಆದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದಾಗ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುವುದನ್ನು ಒಪ್ಪುವಂತಿರಲಿಲ್ಲ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸಮಸ್ಯೆಯಿದ್ದಂತೆಯೇ ಅದನ್ನು ಪರಿಹಾರ ಮಾಡುವಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಜರುಗಿದವು.

1920ರಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕದ ಡಬ್ಲ್ಯು.ಡಿ. ಹಾರ್ಕಿನ್ಸ್, ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯದ ಓವರ್ ಮೇಸರ್ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಲಾರ್ಡ್ ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್, ಈ ಮೂವರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರೋಟಾನಿನೊಡನೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ವಿಲೀನಗೊಂಡಿರುವ ಒಂದು ವಿದ್ಯುದಂಶರಹಿತ ಕಣವೊಂದು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದರು. ಅದನ್ನು 'ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್' ಎಂದೂ ಕರೆದರು. ಅಂತಹ ಕಣವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲು 1924ರಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಜೇಮ್ಸ್ ಚಾಡ್ವಿಕ್ ಪ್ರಯತ್ನಪಟ್ಟರೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ.

1930ರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯ ಬೊತೆ ಮತ್ತು ಬೆಕರ್ ಎಂಬುವರು ಸಹಜ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆ ತೋರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಅವುಗಳಿಂದ ಹೊರಚಿಮ್ಮುವ ಆಲ್ಫ (α), ಬೀಟ ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ

ರೀತಿಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಪ್ರಪಂಚದ ಅನೇಕ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಜರುಗುತ್ತಿದ್ದುವು. ಬೊತೆ ಮತ್ತು ಬೆಕರ್‌ರವರು "ಪೊಲೋನಿಯಂ" ನಿಂದ ಹೊರಬರುವ 5.3 Mev* ಶಕ್ತಿಯ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಹಗುರ ಧಾತುವಾದ ಬೆರಿಲಿಯಂ ಮೇಲೆ ಹಾಯ್ದು ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಬಹು ತೀಕ್ಷ್ಣ ಕಿರಣಗಳು ಬೆರಿಲಿಯಂನಿಂದ ಹೊರಬರುವುದನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು. ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗೊತ್ತಿದ್ದ ಇಷ್ಟು ತೀಕ್ಷ್ಣ ಕಿರಣಗಳೆಂದರೆ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು. ಇದೇ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು 1932ರಲ್ಲಿ ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಜೋಲಿಯೊ–ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳೂ ಮಾಡಿದರು. ಈ ತೀಕ್ಷ್ಣ ಕಿರಣದ ಮುಂದೆ ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್ ಮೇಣವನ್ನು ಹಿಡಿದಾಗ ಹೆಚ್ಚು ಚಲನಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಹೊರಬರುವುದನ್ನು ಕಂಡರು. ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ತಗಡುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ನುಗ್ಗಿಹೋಗುವ ದೂರ ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಅವುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿ 4.5 Mev ಎಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದರು. ಈ ತೀಕ್ಷ್ಣಕಿರಣಗಳು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದುದರಿಂದ, ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು ಅವುಗಳಿಗೆ 4.5 Mev ಚಲನಶಕ್ತಿ ತುಂಬಿ ಹೊರ ನೂಕಬೇಕಾದರೆ ಆ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ 50 Mev ಶಕ್ತಿಯಿರಬೇಕೆಂದು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕಿದರು.

ಸಾರಜನಕ ಹೆಚ್ಚಿಗೆಯಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು (Nitrogenous) ಈ "ಬೆರಿಲಿಯಂ ತೀಕ್ಷ್ಣಕಿರಣ"ದ ಮುಂದಿಟ್ಟರೆ ಸಾರಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳೇ ಹೊರಬರುವುವು. ಈ ಸಾರಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು, ಇವನ್ನು ಹೊರನೂಕಲು ಆ ಕಿರಣಗಳಿಗಿರಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕಿದಾಗ 90 Mev ಎಂದು ಕಂಡುಬಂತು. ಕಿರಣಗಳ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟು ಅಗಾಧ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಪ್ರಯೋಗ ದೋಷದಿಂದ ಬಂದಿರಬಹುದೇ ಎಂದು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕಾಯಿತು.

"ಬೆರಿಲಿಯಂ ಕಿರಣ"ಗಳಿಂದ ಹೊರನೂಕಲ್ಪಟ್ಟ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೇರೊಂದು ವಿಧಾನದಿಂದ, ಅಂದರೆ ಮೇಘಮಂದಿರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿರ್ಣಯಿಸಿದಾಗಲೂ ಕಿರಣದ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮೇಲಿನಂತೆಯೇ ಇದ್ದಿತು.

ತಮ್ಮ ಗುರುಗಳಾದ ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್‌ರವರ ಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದಾಗಿ 1923 ರಿಂದಲೂ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಬಹುವಾಗಿ ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಜೇಮ್ಸ್ ಚಾಡ್ವಿಕ್‌ರವರು ಜೋಲಿಯೊ–ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಉತ್ಸುಕರಾದರು. ಜೋಲಿಯೊ–ಕ್ಯೂರಿ ಅವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳಲ್ಲಿದ್ದ ಎರಡು ನ್ಯೂನತೆಗಳನ್ನು ಅವರು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸಿದರು.

---

* Mev $= 1.6 + 10^{-6}$ ಅರ್ಗ್‌ಶಕ್ತಿ.

(i) "ಬೆರಿಲಿಯಂ ಕಿರಣ" ಗ್ಯಾಮಕಿರಣವಾದಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳ ಘರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್ ಮೇಣದಿಂದ ಹೊರಬರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು. ಈ ಪ್ರಕಾರ ಗುಣಿಸಿಬಂದ ಪ್ರೋಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆ ನಿಜವಾಗಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಪ್ರೋಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಬಹುಪಾಲು ಕಡಮೆ.

(ii) ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಬೆರಿಲಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿಗೆ α ಕಣ ಬಡಿದು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದಾದರೆ, ಅದು ಈ ಕೆಳಗಿನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ.

$${}_4Be^9 + {}_2He^4 \longrightarrow {}_6C^{13} + \text{ಗ್ಯಾಮಕಿರಣ.}$$

ಬೆರಿಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆ 4, ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ 9; ಇದರೊಡನೆ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆ 2 ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ 4 ಇರುವ ಆಲ್ಫಕಣ (ಹೀಲಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು) ಸೇರಿದರೆ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ 6, ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ 13 ಇರುವ ಇಂಗಾಲದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗ ಬೇಕು. ಜತೆಗೂಡಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಒಟ್ಟು ತೂಕಕ್ಕೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ತೂಕಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಶಕ್ತಿ*ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರ ಬೀಳುವುದು. ಈ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆಲ್ಫಕಣದ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಎರಡೂ ಸೇರಿ ಹೊರ ಬರುವ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣದ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮವಾಗಿರಬೇಕು. ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕಿದರೆ ಈ ಎರಡರ ಮೊತ್ತ ಸುಮಾರು 14 Mev ಎಂದಾಗುವುದು. ಹಿಂದೆ ಜೋಲಿಯೊ–ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು ಅಂದಾಜುಮಾಡಿದ 50 Mev ಶಕ್ತಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಇದು ತೀರಾ ಕಡಮೆ.

ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಚಾಡ್ವಿಕ್ ಪುನಃ ಮಾಡಿದರು. ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ದೂರವನ್ನು ಅಳತೆಮಾಡಿ ಅವುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿ 5.7 Mev ಎಂದು ಕಂಡು ಹಿಡಿದರು. "ಬೆರಿಲಿಯಂ ಕಿರಣ"ಗಳು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳೆಂದು ಭಾವಿಸಿ "ಕಿರಣಗಳ" ಶಕ್ತಿ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕಿದರೆ ಮೇಲಿನ ಸಮಸ್ಯೆ ನಿವಾರಣೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ತೋರಿಸಿದ ಚಾಡ್ವಿಕ್ ರವರು ಈ "ಕಿರಣಗಳು" ವಿದ್ಯುದಂಶರಹಿತ ವಸ್ತುಕಣಗಳಿರಬೇಕೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದರು; ಈ ಕಣಗಳು ಬೇರಾವುದೂ ಅಲ್ಲ, ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಊಹಿಸಿದ್ದ "ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್" ಕಣಗಳೇ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣ ಪ್ರೋಟಾನ್

---

* ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರವರ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ 'm' ಗ್ರಾಂ ವಸ್ತು $E = mc^2$ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮ. c = ನಿರ್ವಾತದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ.

ಅಥವಾ ಸಾರಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯುವುದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಎರಡು ಗುಂಡುಗಳ ನಡುವೆ ಆಗುವ ಘರ್ಷಣೆಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರು. ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಆವೇಗ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮಗಳು (Laws of Conservation of energy and momentum) ಹಾಗೂ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಹೊರಬರುವ ವೇಗವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಕಣದ ತೂಕ ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದರು. ಚಾಡ್ವಿಕ್‌ರವರು ಮೊದಲು ತೋರಿಸಿದಂತೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ತೂಕ$=$1.17 amu (amu$=1.66\times10^{-24}$ ಗ್ರಾಂ). ಇದೇ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪುನಃ ಮಾಡಿ ತೂಕವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ನಿಖರವಾಗಿ ಕಂಡು ಹಿಡಿದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ತೂಕ 1.0067 amu ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದರು. ಈಗ ಅಂಗೀಕೃತವಾಗಿರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ತೂಕ$=$1.008987 amu ಅಥವಾ 1.6747×10^{-24} ಗ್ರಾಂ. ಇದು ಪ್ರೋಟಾನ್ ತೂಕಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮೇಲೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸ್ವರೂಪ ತಿಳಿದಂತಾಯಿತು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಆ ಮೂಲ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ (Z) ಯನ್ನು ತಿಳಿಸುವುದು. ಯಾವುದಾದರೂ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ A ಆದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ A—Z ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿರಬೇಕೆಂದಾಯಿತು. ಒಂದೇ ಸಂಖ್ಯೆ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೊಡನೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಂಖ್ಯೆಯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿದ್ದರೆ ಅದೇ ಧಾತುವಿನ (ಅಂದರೆ, ಅದೇ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ), ಆದರೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತೂಕವಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಆ ಧಾತುವಿನ **ಐಸೋಟೋಪು**ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಆಲ್ಫಕಣಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳನ್ನು ಹೊಕ್ಕು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬದಲಾವಣೆಮಾಡಿ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಕಣವನ್ನು ಹೊರದೂಡುವುದನ್ನು ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದರು. ಒಂದು ದಶ ಲಕ್ಷ ಆಲ್ಫಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಈ ರೀತಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದು. ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಸಾರಿಯೂ ಅವು ಚದರಿಹೋಗುವುವು ಅಥವಾ ಅಯಾನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ ಶಕ್ತಿ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುವು. ಪಿ. ಎಂ. ಎಸ್. ಬ್ಲಾಕೆಟ್‌ರವರು, ಸಾರಜನಕ ಅನಿಲ ತುಂಬಿರುವ ಮೇಘಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 4,15,000 ಆಲ್ಫಕಣಗಳ ಪಥಗಳನ್ನು ನೋಡಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಕೇವಲ 8 ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್ ತಿಳಿಸಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಕಂಡರು. ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶವಿರುವ ಆಲ್ಫಕಣವು ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶವೇ ಇರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಒಡ್ಡುವ ವಿಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು (ಇದಕ್ಕೆ ಕೂಲಾಮ್ ದಿಣ್ಣೆ-Coulomb barrier- ಎಂದು ಹೆಸರು) ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬದಲಾವಣೆ ಅತಿ ವಿರಳ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ವಿದ್ಯುದಂಶರಹಿತ ಕಣವಾದುದರಿಂದ ಕೂಲಾವ್ ವಿಕರ್ಷಣೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಅದು ಯಾವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಬೇಕಾದರೂ ನಿರಾತಂಕವಾಗಿ ತಲಪಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಂಶೋಧನೆ ಇಟಲಿಯ ಫರ್ಮಿ ಮುಂತಾದವರ ಕುತೂಹಲ ಕೆರಳಿಸಿತು. ಜೋಲಿಯೊ–ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು ವಿದ್ಯುದಂಶವಿರುವ ಕಣಗಳನ್ನು (ಆಲ್ಫಕಣ) ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಮತ್ತು ಬೊರಾನ್ ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣತೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದ್ದರು. ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳ ಬದಲು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬದಲಾವಣೆ ಮತ್ತು ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣತೆಯನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದೆಂದು ಫರ್ಮಿಯವರು ಆಲೋಚಿಸಿದರು. ಅಂತೆಯೇ ಬೇರೆಬೇರೆ ಧಾತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬದಲಾವಣೆ, ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಂಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಧಾತುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿ, ಇವುಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಫರ್ಮಿ ತಂಡದವರು ಸಾಧಿಸಿದರು.

ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಂತೆಯೇ ಫರ್ಮಿ ತಂಡದವರು ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ಸಂಶೋಧನಾ ಫಲಿತಾಂಶವೊಂದನ್ನು ಹೊರಗೆಡವಿದರು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆ (Nuclear reactions)ಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡಬಹುದು, ನಿಜ. ಆದರೆ ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್ ಮೇಣ ಅಥವಾ ನೀರಿನ ಮುಖಾಂತರ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದರೆ ತರುವಾಯ ಅವುಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆ ಅಧಿಕವಾಗುವುದನ್ನು ಅವರು ಕಂಡರು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವನ್ನು ಫರ್ಮಿಯವರೇ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು.

ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಿವೆ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳಿವೆ. ಇಂತಹ ಹಗುರ ಧಾತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳೊಡನೆ ಸಂಘರ್ಷಿಸಿದಾಗ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ತಮ್ಮ ವೇಗವನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಮೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಕೆಲವು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳು ಕಬಳಿಸಿದರೂ, ವೇಗವಾಗಿದ್ದ ಬಹುಭಾಗ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್ ಮತ್ತು ನೀರಿನಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬಂದಾಗ ಮಂದಗತಿಯಿಂದ ಸಾಗುತ್ತಿರುವುವು. ಇಂತಹ 'ಮಂದ' (Slow) ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅಧಿಕಗೊಳಿಸಬಲ್ಲುವೆಂಬ ವಾದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಗಣಿತ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಫರ್ಮಿಯವರು ರಚಿಸಿ ಅವನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಮರ್ಥಿಸಿದರು.

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಸ್ತುಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿವೆಯೆಂದು ಐಸಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಈ ವಾದ ಬೆಳಕಿನ ವಿಶಿಷ್ಟವರ್ತನೆಗಳಾದ ವ್ಯತಿಕರಣ (Interference), ನಮನ (Diffraction) ಮುಂತಾದುವುಗಳಿಗೆ ಸಕಾರಣ ವಿವರಣೆ ನೀಡಲು ಅಸಮರ್ಥವಾಯಿತು. ಹಯ್ಗನ್ಸ್, ಥಾಮಸ್‌ಯಂಗ್, ಫ್ರೆನೆಲ್

ಮುಂತಾದವರು ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದೆಂದು ತಿಳಿಸಿದರು. ಈ "ತರಂಗ ವಾದ" ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಗುಣಗಳಿಗೆ ಸಮಂಜಸ ಉತ್ತರ ನೀಡಿತು. ಆದರೆ "ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ಪರಿಣಾಮ" (Photoelectric effect) ವನ್ನು ತರಂಗ ವಾದದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಲು ಆಗಲಿಲ್ಲ. 1905ರಲ್ಲಿ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರು ನ್ಯೂಟನ್ನನ "ಕಣ ವಾದ"ವನ್ನೇ ಬೇರೊಂದು ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿ ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾದ ವಿವರಣೆ ನೀಡಿದರು. ಈ ಕಣಗಳು ನ್ಯೂಟನ್ ತಿಳಿಸಿದ್ದಂತೆ ವಸ್ತು ಕಣಗಳಾಗಿರದೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಶಕ್ತಿ ಕಣಗಳೆಂದು ವರ್ಣಿಸಿದರು. ಆದರೂ ವ್ಯತಿಕರಣ, ಮುಂತಾದ ಬೆಳಕಿನ ಗುಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ತರಂಗ ವಾದವೇ ಬೇಕು. ಅಂದರೆ ಬೆಳಕು "ಕಣ-ಅಲೆ" ಎಂಬ ದ್ವಂದ್ವಗುಣವನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ವಸ್ತುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣಗಳಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮುಂತಾದುವು ಕೂಡ ದ್ವಂದ್ವಗುಣವನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ ಯೆಂದು ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಲೂಯಿ ಡೀಬ್ರಾಯ್ (Luis de Broglie) ಪ್ರತಿ ಪಾದಿಸಿದರು. ಅಂದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣಗಳೂ ವ್ಯತಿಕರಣ, ನಮನಗಳನ್ನು ತೋರುವುವೆಂದಾಯಿತು. ಅವರ ಪ್ರಕಾರ m ತೂಕವುಳ್ಳ ಕಣ v ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಕಣದ ತರಂಗದೂರ $\lambda = \frac{h}{mv}$ ಇಲ್ಲಿ h ಪ್ಲಾಂಕನ ನಿಯತಾಂಕ. ಅಂದರೆ ವೇಗ ಕಡಮೆಯಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಕಣದ ತರಂಗದೂರ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಈ ತರಂಗ ದೂರವನ್ನು ಕಣದ "ಗಾತ್ರ" ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಫರ್ಮಿಯವರ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಗಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಗಳೊಡನೆ ಅದು ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಗಾಗುವ ಸಂಭವ ಅಧಿಕಗೊಳ್ಳುವುದು.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳಾದ ಬೆಳಕು, X– ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದಾದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಲ್ಲೂ ಕಾಣಬಹುದು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಕ್ರೀಭವನ ಸೂಚಕ (Refractive index) ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣ ಆಂತರಿಕ ಪ್ರತಿ ಫಲನ (Total internal reflection) ಹೊಂದುವುದನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಅಂದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ದರ್ಪಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದು. ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಚಲಿಸದ ಪಾದರಸ ತಲವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಫರ್ಮಿಯವರು ಈ ರೀತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದರು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ದರ್ಪಣದಲ್ಲಿ ಅಲೆಯಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ಗೊಂಡ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಯಾವುದಾದರೂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನೊಡನೆ ಕಣವಾಗಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲುದು. ಇದರಿಂದ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಡಗಿರುವ ದ್ವಂದ್ವಗುಣ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು.

ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಲ್ಲದ ಧಾತುಗಳನ್ನು "ಸ್ಥಿರ" (Stable) ಧಾತು

ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಕಾರಣ ಆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿವೆ. Z ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು A–Z ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿರುವ $_{Z}X^{A}$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು ಸ್ಥಿರವಾದದ್ದು ಎನ್ನೋಣ. ಅದಕ್ಕೆ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಅದನ್ನು "ಅಸ್ಥಿರ" ಗೊಳಿಸಬಹುದು. $_{Z}X$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಸೇರಿಕೊಂಡರೆ $_{Z}X^{A+1}$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಾಗುವುದು. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯೂ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದು. ಅದು ತಕ್ಷಣ ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಅಧಿಕಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಣ ಕಥವಾ ಹಲವು ಕಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದರ ಮೂಲಕ, ಇಲ್ಲವೆ ಗ್ಯಾಮಕಿರಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು.

$$_{Z}X^{A} + {}_{O}n^{1} \longrightarrow {}_{Z}X^{(A+1)*}$$ (ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು.)

$$_{Z}X^{(A+1)*} \longrightarrow {}_{Z}X^{(A+1)} + \text{ಗ್ಯಾಮಕಿರಣ}$$

ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು, ಅಥವಾ α ಕಣವನ್ನು ಹೊರಹಾಕಿಯೂ ಸಾಮಾನ್ಯಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರಬಹುದು.

ಗ್ಯಾಮ ಅಥವಾ ಒಂದು ಕಣ ಹೊರ ಹಾಕಿದ ನಂತರ ಉಳಿದುಕೊಂಡ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುವ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಧಾತುವಿನ ಐಸೋಟೋಪು ತಾನೆ? ಈ ಐಸೋಟೋಪಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸ್ಥಿರತೆಗೆ ಬೇಕಾದುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರೋಟಾನು ಅಥವಾ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿರಬಹುದು. ಪ್ರೋಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಒಂದು ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಕಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡು ಪ್ರೋಟಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಹಾಗೆಯೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಸಂಖ್ಯೆ ಜಾಸ್ತಿಯಿದ್ದರೆ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಹೊರಸೂಸಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಪ್ರೋಟಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ಅಂದರೆ ಸ್ಥಿರಧಾತುಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲವಿಟ್ಟು ತೆಗೆದರೆ ವಸ್ತುಗಳು ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣತೆಯನ್ನು ಹೊಂದುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಇವುಗಳನ್ನು "ರೇಡಿಯೋ ಐಸೋಟೋಪು"ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವರು. ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಆಕರ (Neutron source) ಮತ್ತು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು ನಿರ್ಮಿತವಾದ ನಂತರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿಟ್ಟು ಅನೇಕ ರೇಡಿಯೋ ಐಸೋಟೋಪುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಐಸೋಟೋಪುಗಳು ತಾಂತ್ರಿಕ, ವೈದ್ಯಕೀಯ ಹಾಗೂ ವಿಜ್ಞಾನಸಂಶೋಧನಾರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಹು ಉಪಯುಕ್ತವೆನಿಸಿವೆ.

ರೇಡಿಯೋ ಐಸೋಟೋಪುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಪಥ ನಿರ್ದೇಶಕ (Tracer) ವಿಧಾನವೆಂದು ಕರೆಯುವರು; ಏಕೆಂದರೆ ಇವು ಹೊರ ಸೂಸುವ ಬೀಟ ಅಥವಾ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಜಿ. ಎಮ್. ಕೊಳವೆಗಳೆಂಬ ಉಪಕರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಯಾವುದೇ ಧಾತುವಿನೊಡನೆ ಅದರ ವಿಕಿರಣಶೀಲ ಐಸೋಟೋಪು ಸ್ವಲ್ಪ ಬೆರಸಿ ಆ ಮಿಶ್ರಣ ವನ್ನು ಯಾವುದೇ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಆ ಧಾತು ಯಾವ ಜಾಡಿ ನಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಜಿ. ಎಮ್. ಕೊಳವೆಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪತ್ತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಅಂದರೆ ಧಾತುಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ರಾಸಾಯನಿಕ ಗೊಬ್ಬರದೊಡನೆ ಸ್ವಲ್ಪ ರೇಡಿಯೋ ಐಸೋಟೋಪುಗಳನ್ನು ಮಿಶ್ರಣ ಮಾಡಿದರೆ ಗೊಬ್ಬರವು ಗಿಡಗಳ ಕಾಂಡ, ಎಲೆ ಮತ್ತು ಬೇರುಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಚಲಿಸುವುದೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಐಸೋ ಟೋಪುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ಅತಿತೆಳುವಾದ ತಗಡನ್ನು ತಯಾರಿಸುವಾಗ ದಪ್ಪ ಏಕರೀತಿ ಇರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಬಹುದು. ವೈದ್ಯಕೀಯ ರಂಗದಲ್ಲಿ ರೋಗ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಲು, ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಗುಣಪಡಿಸಲು ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಬೇಡವಾದ ಕೋಶಗಳು (Cells) ಬೆಳೆಯದಂತೆ ನಾಶಮಾಡಲು ರೇಡಿಯೋ ಐಸೋಟೋಪುಗಳು ಉಪಯುಕ್ತವೆನಿಸಿವೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಂತೂ ಅವುಗಳ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಹೇರಳವಾದುದು. ಇಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಪತ್ತೇದಾರಿ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಪಾತ್ರ ವನ್ನು ವಹಿಸಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಪಟುಕರಣ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (NAA–Neutron activation analysis) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. 1958ರಲ್ಲಿ ಕೆನಡಾ ದೇಶದ ಓರ್ವ ಕನ್ಯೆಯ ಕೊಲೆಗಾರನನ್ನು ಬೇರೆ ಯಾವ ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಗಲಿಲ್ಲ. ಶವದ ಕೈಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೂದಲೆಳೆ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಅದನ್ನು ರಿಯಾಕ್ಟರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಪ್ರಚೋದನಗೊಳಿಸಿದರೆ, ಕೂದಲು ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣತೆ ಪಡೆದು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುದು. ಇದೇ ಶಕ್ತಿಯ ಗ್ಯಾಮಕಿರಣಗಳು ಓರ್ವಸಂಶಯಾತ್ಮಕ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಕೂದಲೆಳೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡಿದ ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣತೆಯಿಂದ ಹೊರಬರುವುದನ್ನು ನೋಡಿ ಕೊಲೆಗಾರನನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಲಾಯಿತು. ಈ ವಿಧಾನ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗದಿರಬಹುದಾದ ಸಂಭವ ದಶಲಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಒಂದು. ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತು ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವುದು; ನಾಶ ವಾಗಲೂಬಹುದು. NAA ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ವಸ್ತು ನಾಶವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲೂ ಬದಲಾಯಿಸದೆ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಬಹುದು,

NAA ಪದ್ಧತಿಯಿಂದ

(i) ಯಾವುದಾದರೂ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಅಪಘಾತವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡ

ವಾಹನವನ್ನು, ಅದರ ಚಕ್ರದ ಟೈರು ಅಪಘಾತ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡಿರುವ ಜಾರಿಕೆಯ (Skid) ಗುರುತಿನಿಂದ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಬಹುದು.

(ii) ಹೆರಾಯಿನ್ (Heroin) ಮಾದಕಪದಾರ್ಥ ಯಾವ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದ ಅಫೀಮಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು.

(iii) ಖೋಟಾನೋಟು ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಶಾಯಿ, ಕಾಗದ ಮುಂತಾದವು ಯಾವ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಬಂದಿವೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು.

(iv) ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾದ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಖೋಟಾ ಔಷಧಿಗಳು ತಯಾರಾಗಿ ಮಾರಾಟಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದರೆ ಖೋಟಾ ಔಷಧಿ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬಹುದು.

(v) ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಲ್ಮಶಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಬಹುದು. ಇತ್ಯಾದಿ, ಇತ್ಯಾದಿ.

ಅತಿವೇಗದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ~ 10^{-13} ಸೆಮೀ. ತ್ರಿಜ್ಯದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಒಳರಚನೆ ತಿಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಿರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ 10^{-8} ಸೆಮೀ. ತ್ರಿಜ್ಯವಿರುವ ಅಣು ಅಥವಾ ಪರಮಾಣು ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು.

'ಅತಿಮಂದ' ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದುಂಟಾದ ನಮುನ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು (Diffraction pattern) ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಸ್ಫಟಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬಹುದು. X–ಕಿರಣಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಯೂ ಈ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು; ಆದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಚದರುವಿಕೆಗೂ, X–ಕಿರಣ ಚದರುವಿಕೆಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. X–ಕಿರಣಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಚದರಿದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ (interaction) ಚದರುವುವು. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇರುವುದರಿಂದ ಜಲಜನಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ರಚನೆ X – ಕಿರಣ ಚದರುವಿಕೆಯಿಂದ ತಿಳಿಯಲಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚದರುವಿಕೆಯಿಂದ ಮಂಜು, ಸೋಡಿಯಂ ಹೈಡ್ರೈಡ್ (NaH) ಮತ್ತು ಜೈವಿಕ (Organic) ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಜೋಡಣೆ ತಿಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯ.

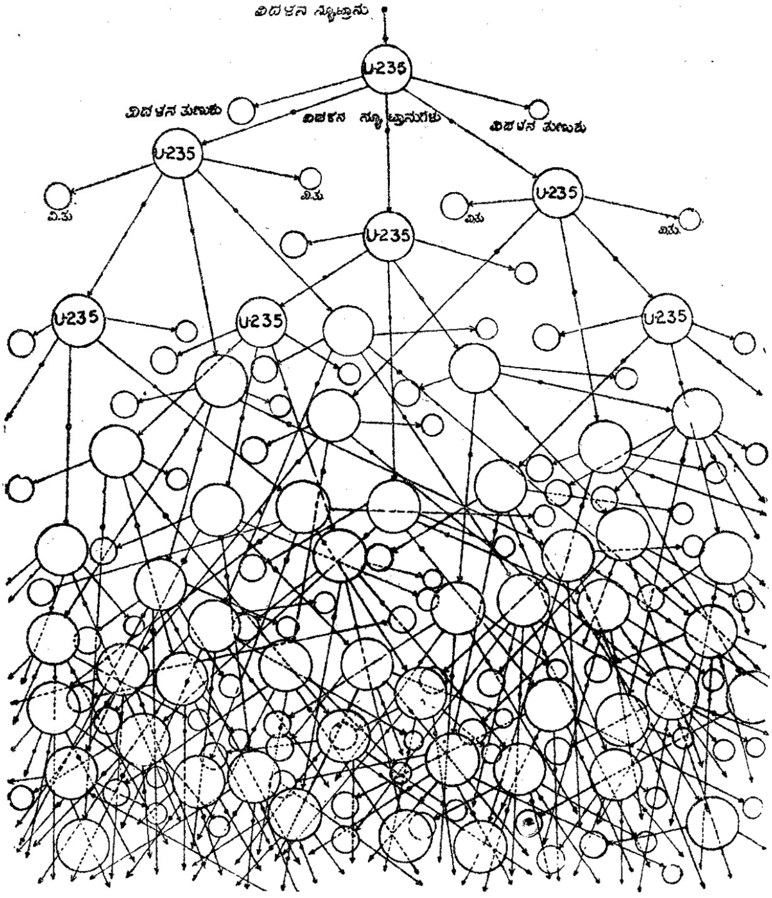
ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಗೆ ಕಾಂತಮಹತ್ವ (magnetic moment)ವಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಪರಮಾಣು ಕಾಂತಮಹತ್ವದಿಂದಲೂ ಚದರಬಹುದು. ಅಂದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ನಮುನದಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಕಾಂತಮಹತ್ವ ತಿಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಪ್ಯಾರಾಕಾಂತತೆ (paramagnetic)ಯಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಚದರುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಕಾಂತಮಹತ್ವದ ಪಾತ್ರ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಕಾಣದಿದ್ದರೂ, ಪರಮಾಣುಗಳ ಕಾಂತಮಹತ್ವ ಹೆಚ್ಚಿಗೆಯಿರುವ ಫೈರ್ರೋಕಾಂತ (Ferromagnetic) ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಂತೂ ಇದು ಚೆನ್ನಾಗಿ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ನಮುನದಿಂದ ಫೆರ್ರೈಟುಗಳೆಂಬ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಂಡು

ಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ, ಸ್ಫಟಿಕಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆ, ಪರಮಾಣುಗಳ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜೋಡಣೆ ಇದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಕಾಂತಮಹತ್ವ ವಿವಿಧ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದಲ್ಲದೆ ಅವು ವಿವಿಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವುವು. ಆದಕಾರಣ ಪರಮಾಣು ಕಾಂತಮಹತ್ವ ಹೆಚ್ಚಿಗೆಯಿದ್ದರೂ ವಸ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾಂತತ್ವ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಂತವಸ್ತುಗಳು ಲೋಹಗಳು. ಆದರೆ ಫೆರ್ರೈಟುಗಳು ಸಂಯುಕ್ತಗಳು. ಕಾಂತಗುಣವಿದ್ದರೂ ಲೋಹಗಳಂತೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಫೆರ್ರೈಟುಗಳು ಕಂಪ್ಯೂಟರ್ ಮತ್ತಿತರ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವೆನಿಸಿವೆ.

ಘನವಸ್ತುವಿನ ತಾಪಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು (ತಮ್ಮ ನಿಯಮಿತ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದರೂ) ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಕಂಪನಶಕ್ತಿ ನಮಗೆ ವಸ್ತುವಿನ ತಾಪದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಗೋಚರಿಸುವುದು. ಶಾಖ ಒದಗಿಸಿದರೆ ಪರಮಾಣು ಕಂಪನಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚುವುದು; ಅಂದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ತಾಪ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಪನಶಕ್ತಿ ಒಂದೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕಂಪನಸಂಖ್ಯೆ (Frequency of vibration) ಒಂದೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ಕಂಪನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಹಂಚಿಕೆಯನ್ನು (Frequency distribution) ತಿಳಿಯಲು 1930ರ ಹಿಂದೆ ಅಸಾಧ್ಯವಾಗಿತ್ತು. ಈಗ ಅತಿಕಡಿಮೆ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಿರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಈ ಕಂಪನ ಸಂಖ್ಯಾಹಂಚಿಕೆ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿಗೆ ಸರಿಹೊಂದುವ ತಾಪ ಸುಮಾರು 35°A ಅಥವಾ 40°A (–238°C ಅಥವಾ –233°C) ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು "ಶೀತನ್ಯೂಟ್ರಾನು" (Cold neutrons)ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವರು.

ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವ ರೀತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಉಪಯೋಗ ಬಹುಮುಖದ್ದಾಗಿದ್ದರೂ ಅದರ ಪಾತ್ರ ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಹಿರಿದ್ದಾಗಿರುವುದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಶಕ್ತಿ ಹೊರಗೆಡಹುವುದರಲ್ಲಿ. ಜರ್ಮನಿಯ ಹಾನ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರಾಸ್‌ಮನ್ ತೋರಿಸಿರುವ ರೀತಿ, ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು U-235 ಐಸೋಟೋಪಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಹೊಕ್ಕಾಗ ಅದನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಇಭ್ಭಾಗವಾಗಿ ಒಡೆಯಬಲ್ಲುದು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು ವಿಭಜನೆಗೊಂಡಾಗ ಬೇರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರಬರುವ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಮಿಗಿಲಾದ ಶಕ್ತಿ ಹೊರಬರುವುದು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಹೊರಬಿದ್ದ ಶಕ್ತಿಯು, ವಿದಳನ ತುಣುಕುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿ, ಹೊರಬರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳ ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಹೊರಬಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಬೇರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿ ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆ ಉಂಟುಮಾಡಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅಧಿಕಗೊಳಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುವುವು.

ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಎರಡು, ಎರಡರಿಂದ ನಾಲ್ಕು, ನಾಲ್ಕರಿಂದ ಎಂಟು, ಎಂಟರಿಂದ ಹದಿನಾರು, ಹೀಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು. ಇದನ್ನು ಶ್ರೇಣಿಕ್ರಿಯೆ (Chain reaction) ಯೆಂದು ಕರೆಯುವರು. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಬಹು ಕ್ಷಿಪ್ರದಲ್ಲಿ ಜರುಗುವುದು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಮಿತಗೊಂಡರೆ ಕ್ಷಣಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಅಗಾಧಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಸ್ಫೋಟನೆ ಯುಂಟಾಗುವುದು. ಇದೇ ಪರಮಾಣುಬಾಂಬು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು



ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿನಲ್ಲಿ ಶ್ರೇಣಿಕ್ರಿಯೆ

ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟರೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಸದುಪಯೋಗಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದೇ ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡಿರುವ ಏರ್ಪಾಡು.

ಇಷ್ಟು ವಿಶೇಷ ಗುಣವುಳ್ಳ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಹೇಗಿದೆ, ಇದು ಒಂದು ಮೂಲ ಕಣವೇ ಅಥವಾ ಇದಕ್ಕೆ ರಚನೆಯುಂಟೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರೋಟಾನಿಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ತೂಕವಿರುವುದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಅಸ್ಥಿರ. ಅದಕ್ಕೆ ವಿಕಿರಣತೆಯುಂಟು. ಅದು ಒಂದು ಬೀಟಕಣ ಮತ್ತು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ಕಣವನ್ನು ಹೊರಸೂಸಿ ಪ್ರೋಟಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ವಿದ್ಯುದಂಶರಹಿತ ಕಣದಲ್ಲಿ ಕಾಂತಮಹತ್ವ ಶೂನ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಗೆ ಋಣ ಕಾಂತಮಹತ್ವವಿದೆಯೆಂದು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣಗಳು ಸುತ್ತುತ್ತಿರಬೇಕು. ಏಕೆಂದರೆ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದರೆ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್ ತಿರುಳಿದ್ದು (Core) ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶವಿರುವ π- ಮೆಸಾನುಗಳೆಂಬ ಮೂಲಕಣಗಳ (π ಮೆಸಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲಕ್ಷೇತ್ರದ ಕ್ವಾಂಟಂಗಳು) ಮೋಡ ಆವರಿಸಿದೆಯೆಂದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಅಂದಮೇಲೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸ್ವರೂಪ ತಿಳಿಸುವಾಗ ಮೂಲಕಣವೆಂಬಂತೆ ವರ್ತಿಸುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಗೂ ರಚನೆಯಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದಂತಾಯಿತು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣವು ಹೇಗೆ ಮಾನವನ ಜ್ಞಾನವಿಸ್ತರಣೆಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಆತನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವೆನಿಸಿದೆಯೆಂಬುದು ಮೇಲಿನ ಅಂಶಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಸಂಶೋಧಿಸಿದ ತರುಣದಲ್ಲಿಯೇ ಇಷ್ಟು ಸವಿಸ್ತಾರ ಬಳಕೆ ಮತ್ತು ವೈವಿಧ್ಯ ಗುಣ ಪ್ರದರ್ಶನ ಮಾಡಿರುವ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಅಗ್ರಸ್ಥಾನ ಪಡೆದಿದೆ.

ಗ್ರಂಥಋಣ

1) Neutron Story—D. J. Hughes

2) Reader's Digest—1964 Sept

3) ಮೂಲಕಣಗಳು ; ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ, ಚಿನ್ನದ ಸಂಚಿಕೆ, ಪುಟ ೮೧೧,
—ಡಾ॥ ಬಿ. ಸಂಜೀವಯ್ಯ

4) ಎನ್ರಿಕೋ ಫರ್ಮಿ ; ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ, ಚಿನ್ನದ ಸಂಚಿಕೆ, ಪುಟ ೪೪೧,
—ಶ್ರೀ ಹೆಚ್. ಸಂಜೀವಯ್ಯ

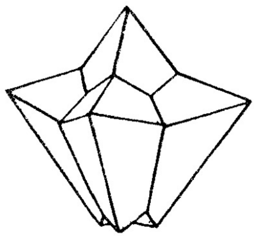
ಡಾ. ಬಿ. ವಿ. ಗೋವಿಂದರಾಜುಲು

ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳು

ಒಂದೇ ಖನಿಜದ ಏಕರೂಪವುಳ್ಳ ಎರಡು ಅಥವಾ ಎರಡಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಹರಳುಗಳು ಅಥವಾ ಒಂದೇ ಹರಳಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದುಗೂಡಿ ಸಂಘಟಿತ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ತಳೆಯುತ್ತವೆ. ಈ ತೆರನಾದ ಹರಳನ್ನು ಅವಳಿ ಹರಳು ಅಥವಾ ಯಮಳ ಸ್ಫಟಿಕ ಎನ್ನಲಾಗಿದೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದರ ಭಾಗಗಳು ಮತ್ತೊಂದರ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ವಿಮುಖವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗುಂಟಾದ ಸಂಘಟಿತ ಹರಳುಗಳು ಹಲವು ವೇಳೆ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೂಪವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿಯೋ (ಉದಾ. ಜಿಪ್ಸಂನ 'ಕವಲುತೋಕೆ' ಹರಳು, ಜಿರ್‌ಕಾನ್‌ನ 'ಮೊಣಕಾಲಿನ ಬಾಗು' ಹರಳು, ಸ್ಟಾರೊಲೈಟ್‌ನ 'ನಕ್ಷತ್ರಾಕಾರ' ಹರಳು ಇತ್ಯಾದಿ) ಅಥವಾ ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳು ಮೊದಲು ದೊರೆತ ಪ್ರದೇಶ ಇಲ್ಲವೇ ಅವು ವಿಪುಲವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ಪ್ರದೇಶವನ್ನವ ಲಂಬಿಸಿಯೋ (ಉದಾ. ಫೆಲ್ಸ್‌ಪಾರ್‌ನ 'ಕಾರ್ಲ್ಸ್‌ಬಾಡ್' ಅವಳಿ ಹರಳು, ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ನ 'ಜಪಾನ್' ಅವಳಿ) ಅಥವಾ ಅವಳಿ ಹರಳಿನ ಖನಿಜಕ್ಕನುಗುಣ ವಾಗಿಯೋ ವಿವಿಧ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಆರ್ಥೋಕ್ಲೇಸ್, ಮೈಕ್ರೊಕ್ಲೀನ್, ಪ್ಲೇಜಿಯೊಕ್ಲೇಸ್, ಗಾರ್ನೆಟ್, ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್, ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್, ಜಿಪ್ಸಂ ಮುಂತಾದ ಖನಿಜಗಳಲ್ಲಿ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ನೋಡಬಹುದು.

ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳ ರಚನಾವೈವಿಧ್ಯಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಸರಳ ಅವಳಿಗಳು ಅಥವಾ ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿಗಳು, ಬಹ್ವಂಶ ಅಥವಾ ಪುನರಾವರ್ತನ ಅವಳಿಗಳು, ಹುಗಿದ ಅಥವಾ ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳು, ಮತ್ತು ಸಂಯುಕ್ತ ಅವಳಿಗಳೆಂದು ವಿಭಜಿಸ ಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಇವು ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ರೀತಿಯನ್ನನುಸರಿಸಿ ಮೂಲ ಮತ್ತು ಆನುಷಂಗಿಕ ಎಂಬ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಇವು ತಮ್ಮ ಹೊರ ಆಕಾರಕ್ಕನುಗುಣವಾದ ಒಳ ಅಣುರಚನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಯಮಳತ್ವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾದ ಹರಳಿನ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಬಿಡಿ ಹರಳುಗಳನ್ನು 180°ಯಷ್ಟು ಆವರ್ತನೆಗೊಳಪಡಿಸಿ ಯಮಳ ಸ್ಫಟಿಕದ ಮೂಲ ರೂಪವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 1. ಹಾಸ್ಮನೈಟ್ ಅವಳಿ

ವಿಚಿತ್ರವಾದ ಹೊರ ಆಕಾರ, (ಚಿತ್ರ 1) ಹರಳಿನ ಮೈಮೇಲಿನ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಸಮಾಂತರ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗೆರೆಗಳು, ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ಒಳಮುಖ ಕೋನಗಳಿಂದ ಹರಳಿನ ಯುಮಳತ್ವವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಹರಳಿನ ಯುಮಳತ್ವವನ್ನು ಬರಿಗಣ್ಣಿಂದ ಅರಿಯಲು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆಗ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಯುಮಳತ್ವವನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಕೆಲವು ನಿಯಮಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳು ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಇವೇ ' ಯುಮಳತ್ವ ನಿಯಮಗಳು '.

ಅವಳಿ ಹರಳಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳು ಒಂದು ಅಕ್ಷರೇಖೆಯನ್ನನುಸರಿಸಿ ಸಂಘಟಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದೇ ' ಯುಮಳತ್ವ ಅಕ್ಷರೇಖೆ.' ಅವು ಒಂದುಗೂಡಿರುವ ಸಮತಲವೇ ' ಸಂಯುಕ್ತ ಸಮತಲ.' ಅವುಗಳ ಸಮಸೂತ್ರ ರಚನೆಯನ್ನು ಹೊರ ಸೂಸುವುದೇ ' ಯುಮಳತ್ವ ಸಮತಲ.'

' ಯುಮಳತ್ವ ಅಕ್ಷರೇಖೆ ' ಯಾವಾಗಲೂ ' ಯುಮಳತ್ವ ಸಮತಲ 'ಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ' ಯುಮಳತ್ವ ಅಕ್ಷರೇಖೆ ' ಹರಳಿನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಕ್ಷರೇಖೆಯೊಡನೆ ತಾಳೆಬೀಳುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ' ಸಂಯುಕ್ತ ಸಮತಲ 'ವೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ' ಯುಮಳತ್ವ ಸಮತಲ 'ದೊಡನೆ ತಾಳೆಬೀಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಹಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹೀಗಾಗದಿರಲೂಬಹುದು.

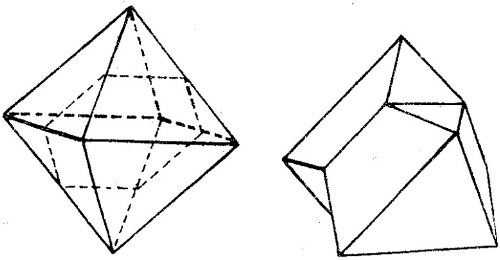
ಹರಳಿನ ' ಸಮಸೂತ್ರ ಸಮತಲ 'ವು ' ಯುಮಳತ್ವ ಸಮತಲ 'ವಾಗಲಾರದು. ' ಸಮಸೂತ್ರ ಕೇಂದ್ರ 'ವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ' ಯುಮಳತ್ವ ಅಕ್ಷರೇಖೆ ' ಮತ್ತು ' ಯುಮಳತ್ವ ಸಮತಲ 'ಗಳಿದ್ದು ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇತರ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿದ್ದು ಈ ತೆರನಾದ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸೂಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಸರಿ ಮೌಲ್ಯವುಳ್ಳ ' ಸಮಸೂತ್ರ ಅಕ್ಷಗಳು ' ಎಂದಿಗೂ ' ಯುಮಳತ್ವ ಅಕ್ಷರೇಖೆ 'ಗಳೆನಿಸಲಾರವು.

ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಅವಳಿಗಳು :

ಸರಳ ಅವಳಿಗಳು : ಇವನ್ನು ' ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿ 'ಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಯುಮಳತ್ವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾದ ಹರಳಿನ ಪಾರ್ಶ್ವಗಳು ಬೇರೆಯಾಗಿರದೆ ಪರಸ್ಪರ ಅಂಟಿಕೊಂಡು ವಿಶಿಷ್ಟ ರೂಪವನ್ನು ತಳೆಯುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಇವು ಸಂಯೋಜಿತವಾಗಿರುವ ಸಮತಲವನ್ನು ' ಸಂಯೋಗ ಸಮತಲ ', ಅಥವಾ ' ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಸಮತಲ '

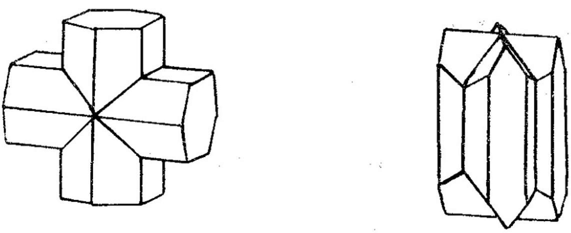
ವೆನ್ನಬಹುದು. ಇವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಳಮುಖ ಕೋನಗಳನ್ನು ತಳೆದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಅವಳಿಗಳಲ್ಲಿ 'ಯುಮಳತ್ವ ಸಮತಲ' ಮತ್ತು 'ಸಂಯೋಗ ಸಮತಲ'ಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ತಾಳೆಬಿದ್ದಿರುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ 2). ಉದಾ: ಸ್ಪಿನೆಲ್, ಫೆಲ್ಸ್‌ಪಾರ್, ಆಗ್ಮೈಟ್, ಹಾರ್ನ್‌ಬ್ಲೆಂಡ್.



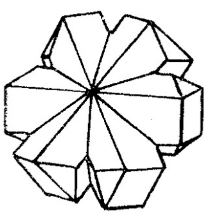
ಎ ಬಿ

ಚಿತ್ರ 2. ಸ್ಪಿನೆಲ್ ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿ
ಎ. ಯುಮಳತ್ವಕ್ಕೆ ಪೂರ್ವ ಹರಳಿನ ಆಕಾರ
ಬಿ. ಯುಮಳತ್ವವಾದಮೇಲಿನ ಆಕಾರ

ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳು: ಒಂದೇ ಖನಿಜದ ಏಕರೂಪವುಳ್ಳ ಎರಡು ಹರಳುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಭೇದಿಸಿ ಅವಳಿ ಹರಳಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 3) ಈ ಬಗೆಯ



ಚಿತ್ರ 3. ಸ್ಟಾರೊಲೈಟ್‌ನ ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳು

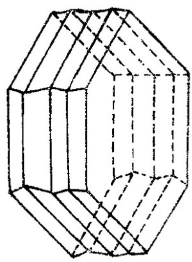


ಚಿತ್ರ 4. ಸ್ಟಾರೊಲೈಟ್‌ನ ಮೂರು ಹರಳುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಭೇದಿಸಿರುವುದು

ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಎರಡಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಹರಳುಗಳೂ ಇರಬಹುದು (ಚಿತ್ರ 4). ಅಡ್ಡಡ್ಡಲಾಗಿ ಅಥವಾ ಓರೆಯಾಗಿ ಹರಳುಗಳು ಹಾದುಹೋಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಹರಳು ಮತ್ತೊಂದನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಭೇದಿಸಿ ಹೊರ ಸೂಸಲೂಬಹುದು ಇಲ್ಲವೇ ಮಾರ್ಗಮಧ್ಯದಲ್ಲೇ ನಿಂತು ಹೊರ ಬಾರದಿರಬಹುದು. ಉದಾ: ಸ್ಟಾರೊಲೈಟ್, ಗಾರ್ನೆಟ್, ಫ್ಲೂರೈಟ್.

ಹಲವುಬಾರಿ ಕಡಮೆ ಸಮಸೂತ್ರದರ್ಜೆಯ ಎರಡು ಹರಳುಗಳು ಈ ಬಗೆಯ ಯಮಳತ್ವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಐಕ್ಯಗೊಂಡು ತಾವು ಕಳೆದು ಕೊಂಡ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಮಸೂತ್ರತೆಯನ್ನು ಮತ್ತೆ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಇವೇ 'ಅನುಬಂಧ' ಅಥವಾ 'ಸಂಪೂರಕ' ಅವಳಿಗಳು. ಉದಾ: ಪೈರಿಟಿಸ್, ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್.

ಪೈರಿಟಿಸ್ 24 ಮುಖಗಳುಳ್ಳ 'ಟೆಟ್ರಹೆಕ್ಸಹಿಡ್ರನ್' ಎಂಬ ಸಂಪೂರ್ಣಾ ಕೃತಿಯಾಗಿ ಐಸೊಮೆಟ್ರಿಕ್ ವರ್ಗದಲ್ಲಿ ರೂಪಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ 12 ಮುಖ ಗಳುಳ್ಳ ಅಪೂರ್ಣಾಕೃತಿ 'ಪೈರಿಟೋ ಹೀಡ್ರನ್' ಆಗಿಯೂ ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯು ವುದುಂಟು. ಈ ಅಪೂರ್ಣಾಕೃತಿಗಳು ಟೆಟ್ರಹೆಕ್ಸಹಿಡ್ರನ್‌ನ ವಿಶೇಷ ರೂಪಾಂತರ ಗಳು; ಪೂರ್ಣಾಕೃತಿಯ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಇವುಗಳ ಮುಖಸಂಖ್ಯೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ + ಮತ್ತು — ಎಂದು ಎರಡು ಬಗೆ. ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದ + ಮತ್ತು — ಮಿತಾ ಕೃತಿಗಳು ಅನುಬಂಧ ಯಮಳತ್ವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ ಮತ್ತೆ ಟೆಟ್ರಹೆಕ್ಸಹಿಡ್ರನ್ (ಪೂರ್ಣಾಕೃತಿಯ) ರೂಪವನ್ನು ತಳೆಯುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 5. ಪ್ಲೇಜಿಯೊಕ್ಲೇಸ್ (ಆಲ್ಬೈಟ್)ನ ಪುನರಾವರ್ತನ ಅವಳಿ

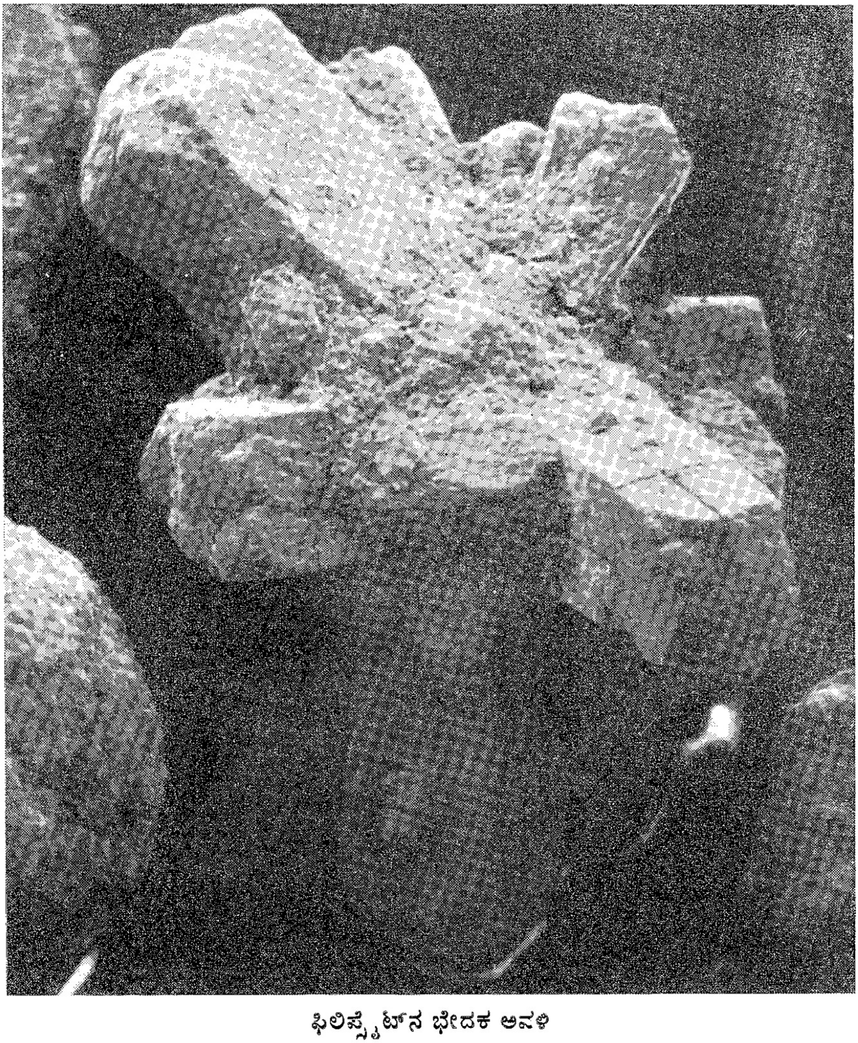
ಬಹ್ವಂಶ ಅವಳಿಗಳು: ಒಂದೇ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಯಮ ಳತ್ವ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಉಂಟಾಗಿ ಅವಳಿಹರಳು ರೂಪು ಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುವ ಸಮತಲ ಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಉಂಟಾದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತನ ಅವಳಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. (ಚಿತ್ರ 5) ಉದಾ: ಪ್ಲೇಜಿಯೊ ಕ್ಲೇಸ್, ಆಗೈಟ್.

ಪುನರಾವರ್ತನೆ ಏಕಮುಖವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಯಮ ಳತ್ವ ಸಮತಲಗಳೂ ಸಹ ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರದೆ ಕ್ರಮೇಣ ತಮ್ಮ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಸುತ್ತು ಅವಳಿಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾ: ಅರ್ಯಾಗೊನೈಟ್, ರೂಟೈಲ್.

ಈ ಅವಳಿಗಳು ಹಲವು ವೇಳೆ ಮಿಥ್ಯಾಕೃತಿಯನ್ನು ತಳೆಯುವುದೂ ಉಂಟು. ಇವೇ 'ಅನುಕರಣ ಅವಳಿಗಳು.' ಉದಾ: ಆರ್ಥೊರಾಂಬಿಕ್ ವರ್ಗದ ಅರಾಗೊ ನೈಟ್ ಹೆಕ್ಸಾಗೊನಲ್ ವರ್ಗದ ಹರಳಾಗಿಯೂ, ಮಾನೊಕ್ಲಿನಿಕ್ ವರ್ಗದ ಫಿಲಿಪ್ಸೈಟ್ ಐಸೊಮೆಟ್ರಿಕ್ ವರ್ಗದ ಹರಳಾಗಿಯೂ ತೋರಿಬರುತ್ತದೆ.

ಮೂರು ಭಾಗಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಅವಳಿಯನ್ನು 'ತ್ರಿಪದಿ' ಉದಾ: ಕ್ರೈಸೊಬೆರಿಲ್, ಸೆರುಸೈಟ್, ಸ್ಟಾರೊಲೈಟ್; ಐದು ಭಾಗಗಳಿದ್ದಲ್ಲಿ 'ಪಂಚಪದಿ' ಉದಾ: ಸ್ಪಿನೆಲ್, ಚಿನ್ನ ಮತ್ತು ಎಂಟು ಭಾಗಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದಲ್ಲಿ 'ಅಷ್ಟಪದಿ' ಉದಾ: ರೂಟೈಲ್ ಎಂದೂ ಹೆಸರು.

ಸಂಯುಕ್ತ ಅವಳಿಗಳು: ನಾನಾ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅವಳಿ ಹರಳು ರೂಪು ಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಎರಡಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಯಮಳತ್ವ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಉದಾ: ಸ್ಟಾರೊಲೈಟ್, ಆಲ್ಬೈಟ್, ಆರ್ಥೊಕ್ಲೇಸ್.



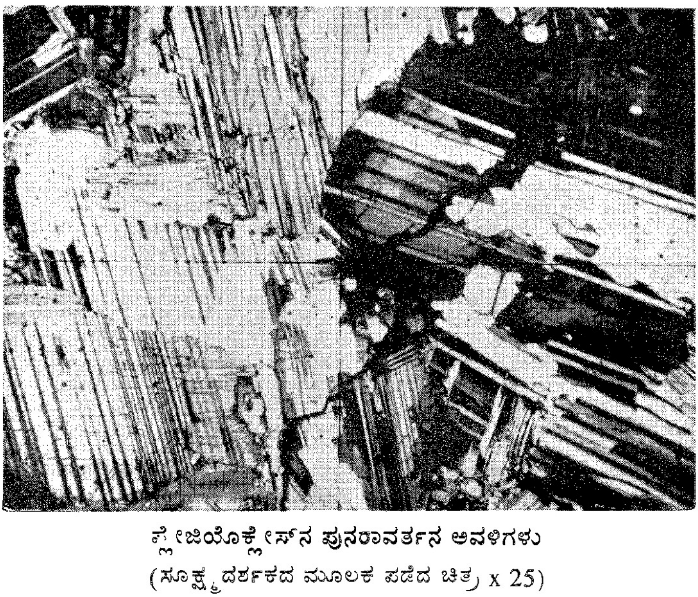
ಫಿಲಿಪ್ಸೈಟ್‌ನ ಭೇದಕ ಅವಳಿ

(ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರ x 500)

'ಜಿಯೊಟೈಮ್ಸ್' ಸಂಪಾದಕರ ಕೃಪೆಯಿಂದ



ಪ್ಲೇಜಿಯೊಕ್ಲೇಸ್‌ನ ಭೇದಕ ಅವಳಿ
(ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರ x 20)



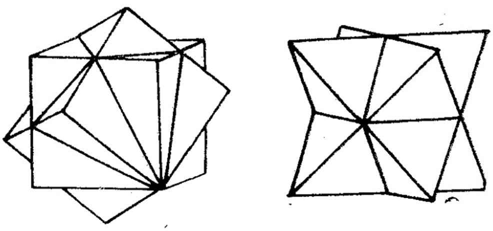
ಪ್ಲೇಜಿಯೊಕ್ಲೇಸ್‌ನ ಪುನರಾವರ್ತನ ಅವಳಿಗಳು
(ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಪಡೆದ ಚಿತ್ರ x 25)

'ಜರ್ನಲ್ ಆಫ್ ದಿ ಜಿಯಾಲಜಿಕಲ್ ಸ್ಕೊಸೆಟಿ ಆಫ್ ಇಂಡಿಯಾ' ಅವರ ಕೃಪೆಯಿಂದ

ವಿವಿಧ ಸ್ಫಟಿಕವರ್ಗಗಳಲ್ಲಿನ ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳು

ಐಸೊಮೆಟ್ರಿಕ್ ವರ್ಗ : ಈ ವರ್ಗದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಹರಳುಗಳನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿಗಳು—ಸ್ಪಿನೆಲ್, ಫ್ಲೂರೈಟ್, ಮ್ಯಾಗ್ನಟೈಟ್ ಮುಂತಾದ ಖನಿಜಗಳ ಹರಳುಗಳು 'ಸ್ಪಿನೆಲ್ ನಿಯಮ'ಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ನಿಯಮದ ರೀತ್ಯಾ ಹರಳಿನ ಸಮಸೂತ್ರ ತ್ರಿ-ಅಕ್ಷ ಯಮಳತ್ವ ಅಕ್ಷವಾಗಿಯೂ, ಆಕ್ಟಹಿಡ್ರನ್‌ಗೆ ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲ ಸಮಾಂತರವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಉತ್ತಮ ಬಗೆಯ ಒಳಮುಖ ಕೋನಗಳನ್ನೂ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

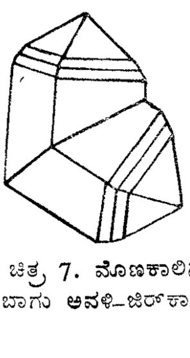
ಇದೇ ನಿಯಮಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಉದಾ: ಸ್ಪಿನೆಲ್, ಫ್ಲೂರೈಟ್, ಟೆಟ್ರಹಿಡ್ರೈಟ್, (ಚಿತ್ರ 6).



ಎ ಬಿ

ಚಿತ್ರ 6. ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳು–ಎ. ಫ್ಲೂರೈಟ್, ಬಿ. ಟೆಟ್ರಹಿಡ್ರೈಟ್

ಅಲ್ಲದೆ ಅಪೂರ್ಣಾಕೃತಿ ವರ್ಗದ ಪೈರಿಟಿಸ್, ಟೆಟ್ರಹಿಡ್ರೈಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತನ ಯಮಳತ್ವ ಪದೇ ಪದೇ ಉಂಟಾಗಿ ಖನಿಜ ಪದರು ರಚನೆಯನ್ನು ತಳೆಯುತ್ತದೆ. ಇದೇ 'ಪದರು ಅವಳಿ.' ಈ ಬಗೆಯ ಮ್ಯಾಗ್ನಟೈಟ್ ಮತ್ತು ಗ್ಯಲೀನಾ ಅವಳಿಗಳಲ್ಲಿ ಪದರುಗಳು ಒತ್ತಾಗಿರುವ ಕಾರಣ ಹರಳಿನ ಮೈಮೇಲೆ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಸಮಾಂತರ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗೆರೆಗಳಿರುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 7. ಮೊಣಕಾಲಿನ ಬಾಗು ಅವಳಿ–ಜಿರ್‌ಕಾನ್

ಹಲವು ಬಾರಿ ಪೈರಿಟಿಸ್ ಅನುಬಂಧ ಅವಳಿಯಾಗಿಯೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ.

ಟೆಟ್ರಾಗೊನಲ್ ವರ್ಗ : ಈ ವರ್ಗದಲ್ಲಿ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲ ಹರಳಿನ ಪಿರಮಿಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾ: ರೂಟೈಲ್, ಕ್ಯಾಸಿಟರೈಟ್, ಜಿರ್‌ಕಾನ್, ಈ ಅವಳಿಗಳು ಮೊಣಕಾಲಿನಂತೆ ಬಾಗಿರುವುದೂ (ಚಿತ್ರ 7) ಉಂಟು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ

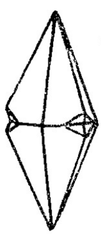
ಯಮುಳತ್ವ ಸಮತಲ ಹರಳಿನ IIನೆ ವರ್ಗದ ಪಿರಮಿಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಕ್ಯಾಸಿಟರೈಟ್ ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳಾಗಿಯೂ ಇರುವುದುಂಟು. ಕೆಲವು ಬಾರಿ ರೂಟೈಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತನ ಯಮುಳತ್ವದಿಂದ ವಿಶೇಷ ಆಕೃತಿಯುಳ್ಳ ಷಟ್ಪದಿ ಅಥವಾ ಅಷ್ಟಪದಿಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

ಅಪೂರ್ಣಾಕೃತಿ (ಹೆಮಿಹೆಡ್ರಲ್) ವರ್ಗದ ಷೀಲೈಟ್‌ನ ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿಯಲ್ಲಿ ಯಮುಳತ್ವ ಸಮತಲ ಬೇಸಲ್ ಪಿನಕಾಯಿಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿಯೂ, ಚಾಲ್ಕೊಪೈರೈಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಪಿರಮಿಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ಹೆಕ್ಸಾಗೊನಲ್ ವರ್ಗ : ಪೂರ್ಣಾಕೃತಿ (ಹೊಲೊಹೆಡ್ರಲ್) ವರ್ಗದ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಅವಳಿತನ ಬಹು ಅಪರೂಪ.

ಅಪೂರ್ಣಾಕೃತಿವರ್ಗದ ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್ ಮತ್ತು ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ನಾನಾಬಗೆಯ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ವರ್ಗದವು. ಹಲವು ಬಾರಿ ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳನ್ನೂ ನೋಡಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 8. ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್

ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಯಮುಳತ್ವ ಸಮತಲ ಬೇಸಲ್ ಪಿನಕ್ಯಾಡ್ (ಚಿತ್ರ 8) ಅಥವಾ ರಾಂಬೊಹೀಡ್ರನ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿದ್ದು ಉತ್ತಮ ಒಳಮುಖ ಕೋನಗಳೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಬ್ರೆಜಿಲ್ ಅವಳಿಗಳು ಮತ್ತು ಡಾಫೈನ್ ಅವಳಿಗಳು ಎಂದು ಎರಡು ಬಗೆ. ಬ್ರೆಜಿಲ್ ಅವಳಿಗಳನ್ನು 'ದೃಗ್ಯಮುಳ (optica twins)' ಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಯಮುಳತ್ವ ಸಮತಲ ಪ್ರಿಸಂಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಡಗೈ ಮತ್ತು ಬಲಗೈ ಎಂಬ ಪ್ರಭೇದಗಳಿವೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಈ ಎರಡೂ ಸಂಯುಕ್ತಗೊಂಡು ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಅವಳಿಯುಂಟಾಗಬಹುದು. ಇವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ದೃಗ್ವಿಜ್ಞಾನ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

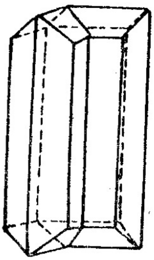
ಡಾಫೈನ್ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಅವಳಿಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹರಳಿನ 'C' (ಲಂಬ) ಅಕ್ಷ ಯಮುಳತ್ವ ಅಕ್ಷವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಅಕ್ಷದುದ್ದಕ್ಕೂ ಎರಡು ಬಲಗೈ ಅಥವಾ ಎಡಗೈ ಹರಳುಗಳು ಅಸಮವಾಗಿ ಐಕ್ಯಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಹರಳಿನ ಪ್ರಿಸಂ ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಹರಡಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಮತಲ ರೇಖೆಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ವಿನ್ಯಾಸದಿಂದ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಇವು ಸಹ ವಿದ್ಯುತ್ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲು ಅನುಪಯುಕ್ತ.

ಇದೇ ಬಗೆಯ ಮತ್ತೊಂದು ಅವಳಿಗೆ ಜಪಾನ್ ಅವಳಿ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕಾರಣ ಈ ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳು ಜಪಾನಿನ ಕಾಯ್ ಪ್ರಾಂತದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ದೊರೆತಿವೆ.

ಆರ್ಥೊರಾಂಬಿಕ್ ವರ್ಗ : ಈ ವರ್ಗದಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿಗಳು, ಪುನರಾವರ್ತನ ಅವಳಿಗಳು ಮತ್ತು ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳನ್ನೂ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಅರಾಗೊನೈಟ್, ಮಾರ್ಕಸೈಟ್ ಮುಂತಾದ ಖನಿಜಗಳ ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿಗಳಲ್ಲಿ ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲ ಪ್ರಿಸಂಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿಯೂ, ಆರ್ಸಿನೊ ಪೈರೈಟ್, ಕೊಲಂಬೈಟ್, ಹಮೈಟ್ ಮತ್ತು ಕ್ರೈಸೊಲೈಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಡೋಮ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.

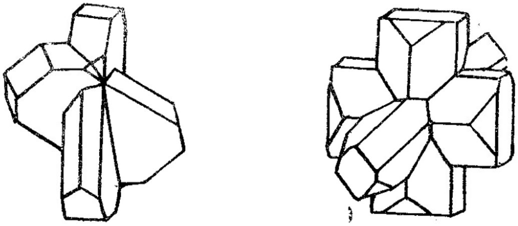
ಮಿತಾಕೃತಿ (ಹೆಮಿಮಾರ್ಫ್) ವರ್ಗದ ಹೆಮಿಮಾರ್ಫೈಟ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರೂವೈಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬೇಸಲ್ ಪಿನಕ್ಯಾಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ.



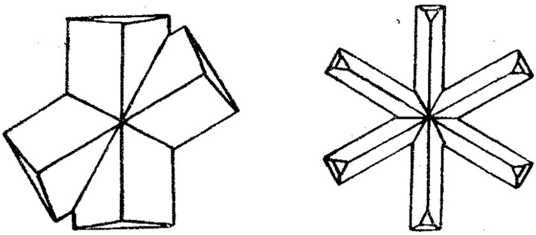
ಚಿತ್ರ 9. ಅರಾಗೊನೈಟ್‌ನ ಸುತ್ತು ಅವಳಿ

ಆರ್ಸಿನೊಪೈರೈಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಯಮಳತ್ವ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತನಗೊಂಡು ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಅಥವಾ ಅರ್ಧವೃತ್ತಾಕಾರದ (ಚಿತ್ರ 9) ಅವಳಿಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಅವು ಹೆಕ್ಸಾಗೊನಲ್ ವರ್ಗದ ಸಮಸೂತ್ರ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತಳೆದಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಇವನ್ನು 'ಅನುಕರಣ ಅವಳಿ'ಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ.

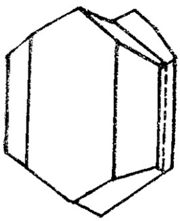
ಉತ್ತಮ ಬಗೆಯ ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ಸ್ಟಾರೊಲೈಟ್ (ಚಿತ್ರ 10) ಮತ್ತು ಆರ್ಸಿನೊಪೈರೈಟ್ (ಚಿತ್ರ 11)ಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಎರಡು ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಹರಳುಗಳು ನಾನಾ ತೆರನಾಗಿ ಭೇದಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಹಲವು ವೇಳೆ ನಕ್ಷತ್ರಾಕಾರದ ಅವಳಿಗಳೂ ತಲೆದೋರುತ್ತವೆ.



ಚಿತ್ರ 10. ಸ್ಟಾರೊಲೈಟ್‌ನ ಭೇದಕ ಅವಳಿಗಳು

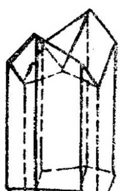


ಚಿತ್ರ 11. ಆರ್ಸೆನೊಪೈರೈಟ್‌ನ ಛೇದಕ ಅವಳಿಗಳು



ಚಿತ್ರ 12. ಆಗೈಟ್– ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿ

ಮಾನೊಕ್ಲಿನಿಕ್ ವರ್ಗ : ಈ ವರ್ಗದ ಆರ್ಥೊಕ್ಲೇಸ್ ಫೆಲ್ಸ್‌ಪಾರ್, ಆಗೈಟ್, (ಚಿತ್ರ 12) ಹಾರ್ನ್‌ಬ್ಲೆಂಡ್, ಜಿಪ್ಸಂ ಮುಂತಾದ ಖನಿಜಗಳು ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಫೆಲ್ಸ್‌ಪಾರ್ ಹೊರತು ಇತರ ಖನಿಜಗಳಲ್ಲಿ ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲವು ಪಿನಕ್ಯಾಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಜಿಪ್ಸಂ ಅವಳಿಯ ಒಂದು ಕಡೆ ಒಳಮುಖ ಕೋನವು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿದ್ದು ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಮೀನಿನ ಅಥವಾ ಸ್ವಾಲೋ ಹಕ್ಕಿಯ ಕವಲು ತೋಕೆಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಅವಳಿಯನ್ನು 'ಸ್ವಾಲೊ–ತೋಕೆ' (Swallow-tail) ಅವಳಿ ಎಂದೂ ಹೆಸರಿಸಿದ್ದಾರೆ. (ಚಿತ್ರ 13).

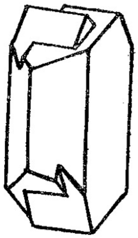


ಚಿತ್ರ 13. ಜಿಪ್ಸಂ– ಸ್ವಾಲೊತೋಕೆ ಅವಳಿ

ಆಗೈಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಹಲವುವೇಳೆ ಬೇಸಲ್ ಪಿನಕ್ಯಾಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲಗಳಿದ್ದು ಇಡೀ ಹರಳಿನ ಊರ್ಧ್ವ ಮುಖಗಳ ಮೇಲೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮರೇಖೆಗಳನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಪದರು ಅವಳಿ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ.

ಆರ್ಥೊಕ್ಲೇಸ್ ಅವಳಿಗಳ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇ ಬೇರೆ. ಇವು ಹಲವಾರು ನಿಯಮಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ಅವಳಿತನವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಇವು ಯಾವುವೆಂದರೆ :

ಕಾರ್ಲ್ಸ್‌ಬಾಡ್ ನಿಯಮ : ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಮತ್ತು ಛೇದಕ ಅವಳಿಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಹರಳಿನ 'c' ಅಕ್ಷ ಯಮಲತ್ವ ಅಕ್ಷವಾಗಿಯೂ, ಪಿನಕ್ಯಾಡ್ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಮತಲವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವು ಮೊದಲಿಗೆ ಬೊಹಿಮಿಯಾದ ಕಾರ್ಲ್ಸ್‌ಬಾಡ್‌ನಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಕಾರಣ ಅವಳಿಗೆ ಆ ಹೆಸರಿನ



ಚಿತ್ರ 14. ಆರ್ಥೋಕ್ಲೇಸ್–ಕಾರ್ಲ್ಸ್‌ಬಾಡ್ ಅವಳಿ

ನಂಟುತನವಾಯಿತು. ಹೀಗಾಗಿ ಕಾರ್ಲ್ಸ್‌ಬಾಡ್ ಅವಳಿಗಳೆಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿವೆ. (ಚಿತ್ರ 14).

ಬವೆನೊ ನಿಯಮ : ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲ ಕ್ಲೈನೊಡೋಂಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿದ್ದು ಚಚ್ಚೌಕಾಕೃತಿಯ ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇಟಲಿಯ ಬವೆನೊ ಪ್ರಾಂತದ ಆರ್ಥೋಕ್ಲೇಸ್ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದ ಕಾರಣ ಇವನ್ನು ಬವೆನೊ ಅವಳಿಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಮ್ಯಾನೆಬಾಕ್ ನಿಯಮ : ಈ ಅವಳಿಯಲ್ಲಿ ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲ ಬೇಸಲ್ ಪಿನಕ್ಯಾಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಇವಲ್ಲದೆ ಫಿಲಿಪ್ಸೈಟ್ ಮತ್ತು ಹಾರ್ಮೋಟೋಮ್‌ನ ಹರಳುಗಳು ಪುನರಾವರ್ತನ ಯಮಳತ್ವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ ಮಿಥ್ಯಾ ಸಮಸೂತ್ರತೆಯನ್ನು ತಳೆಯುತ್ತವೆ. ಉದಾ : ಫಿಲಿಪ್ಸೈಟ್ ಐಸೊಮೆಟ್ರಿಕ್ ವರ್ಗದ ರಾಂಬಿಕ್‌ಡೋಡೆಕಹೀಡ್ರನ್ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ.

ಟ್ರೈಕ್ಲಿನಿಕ್ ವರ್ಗ : ಪ್ಲೇಜಿಯೊಕ್ಲೇಸ್ ಮತ್ತು ಮೈಕ್ರೊಕ್ಲೀನ್ ಫೆಲ್ಸ್‌ಪಾರ್‌ಗಳು ಅವಳಿ ಹರಳುಗಳಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

ಪ್ಲೇಜಿಯೊ ಕ್ಲೇಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಪುನರಾವರ್ತನ ಅವಳಿಗಳಿವೆ :

ಆಲ್ಬೈಟ್ ಅವಳಿಗಳು—ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲ ಬ್ರ್ಯಾಕಿಪಿನಕ್ಯಾಡ್‌ಗೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 9).

ಪೆರಿಕ್ಲಿನ್ ಅವಳಿಗಳು—ಹರಳಿನ 'b' (ಅಡ್ಡ) ಅಕ್ಷ ಯಮಳತ್ವ ಅಕ್ಷವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ಎರಡು ಅವಳಿಗಳಲ್ಲೂ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲಗಳಿರುವ ಕಾರಣ ಹರಳಿನ ಮೈಮೇಲೆ ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಮಾಂತರ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿಗೆ 'ಯೂನಿವರ್ಸಲ್ ಸ್ಟೇಜ್' ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ಸಾಧನವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ಬಗೆಯ ಅವಳಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಮೈಕ್ರೊಕ್ಲಿನ್ ಫೆಲ್ಸ್‌ಪಾರ್‌ನಲ್ಲಿ ಆಲ್ಬೈಟ್ ಮತ್ತು ಪೆರಿಕ್ಲಿನ್ ಅವಳಿಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾಗಿರುವ ಕಾರಣ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಚಚ್ಚೌಕಗಳ ವಿಶೇಷ ರಚನೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿಯ ಮೂಲಕ ಮಾತ್ರ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಯಮಳತ್ವಕ್ಕೆ-ಕಾರಣಗಳು

ಯಮಳತ್ವ ಕೆಲವು ಖನಿಜಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕು. ಹರಳಿನ ಯಮಳತ್ವ ಅದರ ಒಳ ರಚನಾ ಅಣುಚೌಕಟ್ಟಿನ

ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ ಎಂದು ಕೆಲವು ತಜ್ಞರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಆರ್ಥೊರಾಂಬಿಕ್ ವರ್ಗದ ಅರ್ಯಾಗೊನೈಟ್ ಹರಳಿನ ವಿಶೇಷ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಇದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಹರಳಿನ ಪ್ರಿಸಂಕೋನವು ಸುಮಾರು 63°ಗಳಷ್ಟಿದ್ದು (ಅಂದರೆ ಹೆಕ್ಸಾಗೊನಲ್ ವರ್ಗದ 60°ಗಳಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿದ್ದು) ಪುನಾರವರ್ತನ ಯಮಳತ್ವದಿಂದ ಇಡೀ ಹರಳು ಹೆಕ್ಸಾಗೊನಲ್ ಮಿಥ್ಯಾರೂಪವನ್ನು ತಳೆಯುತ್ತದೆ. ಪ್ಲೇಜಿಯೊಕ್ಲೇಸ್ ಫೆಲ್ಸ್‌ಪಾರ್ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲೂ ಸಹ ಆಲ್ಬೈಟ್ ಮತ್ತು ಅನಾರ್ಥೈಟ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ರೀತಿಯ ಯಮಳತ್ವ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಕಾರಣ ಇವುಗಳ ಅಣುಚೌಕಟ್ಟು ಮಾನೊಕ್ಲಿನಿಕ್‌ವರ್ಗದ ಆರ್ಥೊಕ್ಲೇಸಿನ ಅಣುಚೌಕಟ್ಟಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಹೋಲಿಕೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಹರಳುಗಳ ವಿಖ್ಯಾತ ಸಂಶೋಧಕ ಶ್ರೀ ಎಂ. ಜೆ. ಬ್ಯೂಯೆರ್ಗರ್ ಯಮಳತ್ವದಲ್ಲಿ ಹರಳಿನ ಒಳರಚನೆಯ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸುತ್ತಾ 'ಸಾಮಾನ್ಯ ಹರಳಿಗಿಂತ ಬೇರೆ ತೆರನಾದ ಒಳರಚನೆಯುಳ್ಳ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯ ಸನ್ನಿವೇಶವಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಅವಳಿ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ವಿಶೇಷ ಸನ್ನಿವೇಶವಿರುವಕಾರಣ ಯಮಳತ್ವ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ' ಎಂಬ ವಾದವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಹರಳಿನಮೇಲೆ ಯಮಳತ್ವದ ಪರಿಣಾಮ

ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ತೆರನಾದ ಯಮಳತ್ವ ಉಂಟಾದಲ್ಲಿ ಹರಳಿನ ನೈಜಸಮಸೂತ್ರತಾ ಗುಣಗಳೇ ಮುಚ್ಚಿಹೋಗಬಹುದು.

ಅನೇಕ ಖನಿಜಗಳ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಸೀಳುಗಳಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಅವು ಯಮಳತ್ವಕ್ಕೊಳಗಾದಾಗ ಯಮಳತ್ವ ಸಪಾಟಗಳುದ್ದಕ್ಕೂ ಖನಿಜ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸೀಳು ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಕೊರಂಡಂ ಮತ್ತು ಪೈರಾಕ್ಸಿನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು.

ಸಾಮಾನ್ಯ ರೂಪುಳ್ಳ ಹರಳು ಯಮಳತ್ವದಿಂದ ವಿಶೇಷರೀತಿಯ, ಹಲವೊಮ್ಮೆ ಮೋಹಕ ರೂಪವನ್ನೂ ತಳೆಯುತ್ತದೆ.

(ರೇಖಾ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದ ಶ್ರೀ ಎಸ್. ಸತ್ಯನಾರಾಯಣ ಅವರಿಗೆ ವಂದನೆಗಳು.)

ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳು

Axis–ಅಕ್ಷ
Axis of symmetry- ಸಮಸೂತ್ರ ಅಕ್ಷ
Compound twin–ಸಂಯುಕ್ತ ಅವಳಿ
Composition plane–ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅಥವಾ ಸಂಯೋಗ ಸಮತಲ
Contact twin–ಸಂಸ್ಪರ್ಶ ಅವಳಿ
Cyclic twin–ಸುತ್ತು ಅವಳಿ
Hemihedron–ಅಪೂರ್ಣಾಕೃತಿ
Hemimorph–ಮಿತಾಕೃತಿ
Holohedron–ಪೂರ್ಣಾಕೃತಿ
Lattice–ಅಣುಚೌಕಟ್ಟು
Lamellar twin–ಪದರು ಅವಳಿ
Mimetic twin–ಅನುಕರಣ ಅವಳಿ
Optic twin–ದೃಗ್ಯಮಳ
Penetration twin–ಭೇದಕ (ಹುಗಿದ) ಅವಳಿ
Re-entrant angle–ಒಳಮುಖ ಕೋನ
Repeated twin–ಪುನರಾವರ್ತನ ಅವಳಿ
Supplementary twin–ಅನುಬಂಧ ಅವಳಿ
Trilling–ತ್ರಿಪದಿ
Twin–ಅವಳಿ
Twinning–ಯಮಳತ್ವ, ಅವಳಿತನ
Twinning axis–ಯಮಳತ್ವ ಅಕ್ಷ
Twinning, Laws of–ಯಮಳತ್ವ ನಿಯಮಗಳು
Twinning plane–ಯಮಳತ್ವ ಸಮತಲ
Twinned crystal–ಅವಳಿ ಹರಳು, ಯಮಳ ಸ್ಫಟಿಕ

ಹೊಸದಾಗಿ ರೂಪಿಸಿದ ವಿಮಾನಗಳ ಪರೀಕ್ಷಾ ಹಾರಾಟ ನಡೆಸಲು ನೇಮಿತನಾಗಿದ್ದ ಒಬ್ಬ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಮಾನ ಚಾಲಕ ಹೊಸದೊಂದು ಜೆಟ್ ವಿಮಾನದ ಪರೀಕ್ಷಾ ಹಾರಾಟ ನಡೆಸಬೇಕಾಯಿತಂತೆ. ಅತ್ಯಧಿಕ ವೇಗಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸಲೆಂದೇ ರೂಪಿತವಾಗಿತ್ತು ಆ ವಿಮಾನ. ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದ ಮುಖ್ಯಾಧಿಕಾರಿ ಚಾಲಕನಿಗೆ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಕೊಟ್ಟನಂತೆ. "ವಿಮಾನದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಕೆಲವು ಉಪಕರಣಗಳೂ ಹೊಸದಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಿದಂಥವು; ಅವು ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಹೇಗೆ ನಿರ್ವಹಿಸುವುವೋ ಇನ್ನೂ ತಿಳಿಯದು; ಸ್ವಲ್ಪ ಜಾಗರೂಕತೆ ಇರಲಿ" ಎಂದು ಆತ ಬುದ್ಧಿವಾದ ಹೇಳಿದನಂತೆ.

ಆದರೆ ಚಾಲಕ ವಿಮಾನದಲ್ಲಿ ಮೇಲೇರಿದಾಗ ಎಲ್ಲಾ ಸುಗಮವಾಗಿರುವಂತೆ ಕಂಡು ಬಂದದ್ದರಿಂದ ವೇಗವನ್ನು ಏರಿಸಿ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಕೇಳಿದನಂತೆ, "ಈಗ ಎಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರುತ್ತಿದ್ದೇನೆ" ಎಂದು.

"ಗಂಟೆಗೆ ಮೂರುಸಾವಿರ ಮೈಲು" ಎಂದು ಜರ್ಮನ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ಬಂತು.

ಚಾಲಕ ಚಕಿತನಾಗಿ "ನಿಜವಾಗಿಯೂ ?" ಎಂದು ಕೇಳಿದ.

"ಸಂಶಯವೇ ಇಲ್ಲ" ಎಂದು ರಷ್ಯನ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ಬಂತು.

ದಿಗ್ಭ್ರಾಂತನಾದ ಚಾಲಕ "ಅಯ್ಯೋ ದೇವರೆ" ಎಂದು ಉದ್ಗರಿಸಿದ.

"ಹೌದು ಮಗೂ" ಎಂದು ಹತ್ತಿರದಿಂದಲೇ ಒಂದು ಧ್ವನಿ ಉತ್ತರ ಕೊಟ್ಟಿತಂತೆ

ಎನ್. ನಾಗರಾಜ

ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣಾದಾಗ

ಹಲಸಿನ ಹಣ್ಣು, ಮಾವಿನ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಡಲು ಸಾಧ್ಯವೆ? ಅವೆಲ್ಲಿದ್ದರೂ ನಮ್ಮ ಮೂಗು ಅವುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವುದು. ಹಣ್ಣಿನ ಅಂಗಡಿಯ ಮುಂದೆ ಹೋದಾಗ ನಮ್ಮ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಏನು? ಮೊದಲು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣು ಮೂಗುಗಳು ಚುರುಕಾಗುವುವು. ನಾಲಿಗೆ ರುಚಿಗಾಗಿ ಹಾತೊರೆಯುವುದು. ಅನಂತರ ಅಂಗಡಿಯ ಒಳಗೆ ಹೋಗಿ ಅಲ್ಲಿ ಹಣ್ಣುಗಳ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ನೋಡುವೆವು! ಅವು ಹಳೆಯವೋ ಹೊಸವೋ, ಮೆತ್ತಗಿವೆಯೋ ಘಟ್ಟಿಯಾಗಿವೆಯೋ, ಅವುಗಳ ಬಣ್ಣ ಹೇಗಿದೆ ಎಂದು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ತರುವಾಯ ಅಂಗಡಿಯವನ ಹತ್ತಿರ ಅವುಗಳ ಬೆಲೆ ಮಾತನಾಡುವೆವು.

ಒಂದು ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣಾಗಿದೆ ಎಂದು ಹೇಗೆ ಹೇಳುವುದು? ಮೇಲೆ ಗೋಚರವಾಗುವ ಬಣ್ಣ, ವಾಸನೆಗಳಿಂದ. ಈ ಬಣ್ಣ ವಾಸನೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ ಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಆಂತರಿಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು.

ಹಣ್ಣೆಂದರೇನು? ಅದು ಹೂವಿನಲ್ಲಿ ಆದ ಗರ್ಭಧಾರಣೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ಒಂದು ಪರಿಣಾಮ. ಕಾಯಿ ಮರದಲ್ಲಿರುವಾಗಲೂ ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಕಿತ್ತಾದ ಮೇಲೂ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಜೈವಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಮುಂದುವರಿದು 'ಪಕ್ವ'ವಾಗಲು ಬೇಕಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯುವುವು. ಫಲಗಳು ಗಿಡದಲ್ಲೇ ಹಣ್ಣಾಗಬಲ್ಲವು. ಆದರೆ ಅವನ್ನು ಗಿಡದಲ್ಲೇ ಬಿಟ್ಟರೆ, ಪ್ರಾಣಿ, ಪಕ್ಷಿ, ಕ್ರಿಮಿಕೀಟಗಳಿಂದ ಹಾಳಾಗುವುವು. ಅದರಿಂದ ನಮಗೆ ನಷ್ಟ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಯಿಗಳು ಬಲಿತಮೇಲೆ ಗಿಡದಿಂದ ಕಿತ್ತು ಅನಂತರ ಅವು ಹಣ್ಣಾಗಲು ಬಿಡುವರು.

ಹಣ್ಣಿನ ಜೀವ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಹಂತಗಳಿವೆ: (1) ಜೀವಕೋಶ ವಿಭಾಗ (cell division), (2) ಜೀವಕೋಶದ ವಿಸ್ತರಣ (cell enlargement), (3) ಬಲಿಯುವುದು (maturation) ಮತ್ತು (4) ಮುಪ್ಪು (senescence). ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣಾಗುವಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ನಾನಾರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುವುವು.

ಫಲದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಉಸಿರಾಟದ (respiration) ದರದ ಏರಿಳಿತ, ಜಲಾಂಶ (water content), ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳು, ಸಾವಯುವ ಆಮ್ಲಗಳು (organic acids), ಟ್ಯಾನಿನ್ನುಗಳು (tannins), ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು, ಕಿಣ್ವಗಳು (enzymes)—ಇವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲುಂಟಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ, ವಾಸನೆ ಬಣ್ಣಗಳಲ್ಲಾಗುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ—ಇವು ಆ ಬದಲಾವಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು.

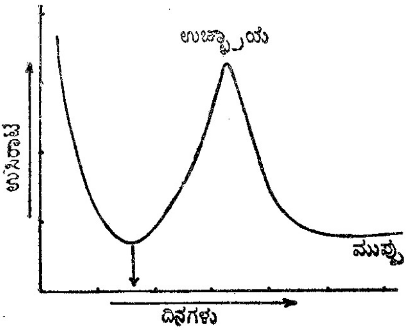
ಉಸಿರಾಟ (Respiration)

ಸಸ್ಯದ ಇತರ ಭಾಗಗಳಂತೆಯೇ ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣುಗಳೂ ಉಸಿರಾಡುವುವು. ಉಸಿರಾಟ ಮೊದಲಿನಿಂದ ಕೊನೆಯವರೆಗೂ ಒಂದೇ ವೇಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಉಸಿರಾಟದ ದರದಲ್ಲಿ ಏರಿಳಿತಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಣ್ಣುಗಳ ಉಸಿರಾಟವು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು, ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಒಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದ್ದು, ಅನಂತರ ಪುನಃ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು.

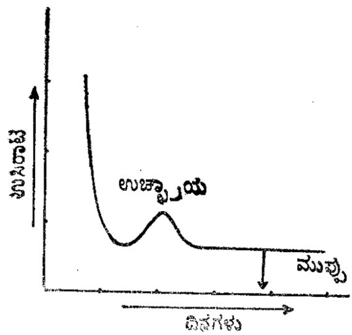
ಉಸಿರಾಟವೆಂದರೆ ಕಡಮೆ ತಾಪದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಒಂದು ಬಗೆಯ ದಹನ ಕ್ರಿಯೆ. ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಈ ರೀತಿ ದಹಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳು ಮತ್ತು ಸಾವಯುವ ಆಮ್ಲಗಳು. ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಕೊಬ್ಬು, ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮುಂತಾದವಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕಾಯಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರಕುವುದರಿಂದ ಇವು ಮುಖ್ಯವೆನಿಸಿವೆ. ಈ ಉಸಿರಾಟದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ನೀರು ಕೊನೆಗೆ ಹೊರಬೀಳುವುವು.

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಲ್ಪಡುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥವೇ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ಈ ಪಿಷ್ಟವು ಮೊದಲು ವಿಭಜನೆಹೊಂದಿ ಸಕ್ಕರೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಉಂಟಾದ ಸಕ್ಕರೆಯಲ್ಲಿ ಆರು ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಮತ್ತು ಫ್ರಕ್ಟೋಸ್. ಇವುಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಸೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಗಳು ಎನ್ನುವರು. ಉಸಿರಾಟದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಫ್ರಕ್ಟೋಸ್‌ಗಳು ಮೂರು ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣುವುಳ್ಳ ಪೈರುವಿಕ್ ಆಮ್ಲವಾಗಿ (pyruvic acid) ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುವು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ 'ಗ್ಲೈಕಾಲಿಸಿಸ್' (glycolysis) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಆದರೆ ಉಸಿರಾಟದ ಎರಡು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದು ಗ್ಲೈಕಾಲಿಸಿಸ್; ಎರಡನೆಯದು, ಪೈರುವಿಕ್ ಆಮ್ಲದಿಂದ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ನೀರಿನ ಉತ್ಪಾದನೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಒದಗುವ ಶಾಖವು ಸಸ್ಯದ ಅನೇಕ ಆಂತರಿಕ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ನೆರವಾಗುವುದು. ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಒಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಸೂಚಿಸಬಹುದು :

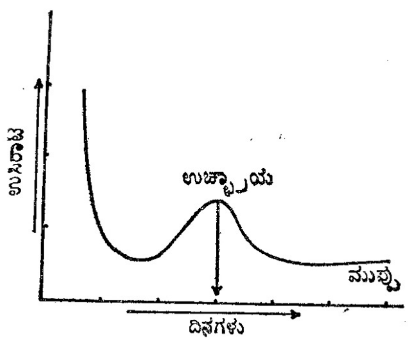
$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \longrightarrow 6\ CO_2 + 6H_2O.$$



ಚಿತ್ರ 1



ಚಿತ್ರ 2



ಚಿತ್ರ 3

ಫಲಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಗಿಡಗಳಿಂದ ಕೊಯ್ಯುವ ಕಾಲವನ್ನು ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿನ ಕೆಳಮುಖ ಶರಚಿಹ್ನೆಗಳು ಸೂಚಿಸುವುವು.

ಫಲದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಉಸಿರಾಟದ ಪ್ರಮಾಣವು ಆರೋಹಣ ಹೊಂದಿ ಒಂದು ಅತ್ಯುನ್ನತ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಮುಟ್ಟುವುದು. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಆಂತರಿಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳೂ ಒಂದು ಗರಿಷ್ಠಮಿತಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ, ಫಲವು ಮಾಗಿ ಹಣ್ಣಾಗಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದು. ಈ ಅತ್ಯುನ್ನತ ಮಟ್ಟದ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ (climacteric) ಎಂದು ಹೇಳುವರು. ಫಲದ ಮುಪ್ಪಿನೆಡೆಗೆ ಉಸಿರಾಟದ ಅವರೋಹಣವು ಆರಂಭವಾಗುವುದು. ಈ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಹಣ್ಣಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಪೂರ್ಣವಾಗುವುವು. ಅನಂತರ ಹಣ್ಣಿಗೆ ಮುಪ್ಪು (senescence) ಬರುವುದು. ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳು, ಅಂದರೆ ಉಸಿರಾಟದ ಏರಿಳಿತಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಫಲಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಧದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಬಾಳೆ, ಮಾವಿನ ಫಲಗಳಲ್ಲಿ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಸ್ಥಿತಿ ಗಿಡದಿಂದ ಕೊಯ್ದಾದನಂತರ ಬರುವುದು. ಆಗ ಹಸಿರು ಬಣ್ಣ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗುವುದು (ಚಿತ್ರ 1).

ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಫಲಗಳು ನಾವು ಗಿಡದಿಂದ ಕೊಯ್ಯುವ ವೇಳೆಗಾಗಲೇ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ದಾಟಿರುವುವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನಿಂಬೆ, ಕಿತ್ತಳೆ, ದ್ರಾಕ್ಷಿಯ ಫಲಗಳು (ಚಿತ್ರ 2). ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಫಲಗಳಲ್ಲಿ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ,

ಟೊಮ್ಯಾಟೊ, ಪರಂಗಿ ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ, ನಾವು ಅವುಗಳನ್ನು ಕೊಯ್ಯುವುದಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಂಚೆ ಅಥವಾ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲಾನಂತರ ಉಚ್ಛ್ವಾಸ್ರಯ ಸ್ಥಿತಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು (ಚಿತ್ರ 3).

ಉಸಿರಾಟವು ಹಣ್ಣಿನ ಆಂತರಿಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವ ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನ. ಉಸಿರಾಟದ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕಿಣ್ವಗಳು ಭಾಗ ವಹಿಸಿ 'ಪಕ್ವ'ವಾಗುವ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸುವುವು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಫಲದ ಪರಿಪೂರ್ಣ ಬೆಳವಣಿಗೆ 10-12 ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಿ ಹಣ್ಣು ಪಕ್ವವಾಗುವುದು.

ಉಸಿರಾಟವನ್ನು ನಾವು ಯಾವುದೇ ಕೃತಕ ವಿಧಾನದಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸಿದಲ್ಲಿ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಧೀರ್ಘಕಾಲದವರೆಗೂ ಇಡಬಹುದು. ಉಷ್ಣಾಂಶದ ನಿಯಂತ್ರಣ, ಹಾಗೂ ಆಮ್ಲಜನಕ–ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳ ನಿಯಂತ್ರಿತ ವಾತಾವರಣಗಳಿಂದ ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಹುದು.

(a) ಉಸಿರಾಟದ ದರ ಉಷ್ಣಾಂಶವನ್ನವಲಂಬಿಸುವುದು. ಉಷ್ಣಾಂಶ ಹೆಚ್ಚಿದಾಗ ಉಸಿರಾಟದ ದರ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಹಣ್ಣಿನ ಆಂತರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗುವುವು. ಉಷ್ಣಾಂಶ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಉಸಿರಾಟದ ಪ್ರಮಾಣವು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಆಂತರಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಮಂದಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗುವುವು. ಆದರೆ, ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಅಥವಾ ಅತೀ ಕಡಿಮೆಯಾದ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಹಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಹಾನಿ ಉಂಟುಮಾಡುವುವು. ತೀವ್ರವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿದ ಉಷ್ಣಾಂಶವು ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು 'ಬೆಂದಸ್ಥಿತಿ'ಗೆ (boiled effect) ತರುವುದು. ಆಗ ಅನಪೇಕ್ಷಣೀಯವಾದ ಆಂತರಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಉಂಟಾಗುವುವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಬಹಳ ದೂರ ಲೋಹದ ವಾಗೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶವುಳ್ಳ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸಾಗಿಸುವಾಗ ಹಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಈ ಬೆಂದ ಸ್ಥಿತಿ ಬರುವುದುಂಟು. ಹಾಗೆಯೇ ಕಡಿಮೆಯಾದ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಫಲಗಳು ಶೀತಹಾನಿಗೆ (chilling injury) ಒಳಗಾಗುವುವು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಫಲಕ್ಕೂ ಅತ್ಯಂತ ಅನುಕೂಲವೆನಿಸುವ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉಷ್ಣಾಂಶವಿದೆ. ಈ ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾದ, 'ಪ್ರಶಸ್ತ ಉಷ್ಣಾಂಶ' (optimum temperature) ಫಲಗಳನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿಡುವುದಲ್ಲದೆ, ಅವು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲದವರೆಗೂ ಉತ್ತಮವಾಗಿರಲು ಸಹಾಯಮಾಡುತ್ತದೆ. 0° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಉಸಿರಾಟವು ಬಹಳ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಆಗುವುದು, ಉಷ್ಣಾಂಶ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉಸಿರಾಟದ ಪ್ರಮಾಣ ಪ್ರತಿ 10° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನ ಏರಿಕೆಗೆ ನಾಲ್ಕು ಪಟ್ಟು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗುವುದು. ಪ್ರಶಸ್ತ ಉಷ್ಣಾಂಶವನ್ನು ಮೀರಿದರೆ ಮತ್ತೆ ಉಸಿರಾಟದ ಪ್ರಮಾಣವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕಿಣ್ವಗಳು ನಾಶಹೊಂದುವುವು.

(b) **ಆಮ್ಲಜನಕ :** ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಅಂಶ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಆದಾಗ ಉಸಿರಾಟದ ದರ ಇಳಿಯುವುದು.

(c) **ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ :** ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಅಸಿಲ ಶೇ. 0.03ರಷ್ಟು ಇರುವುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಿದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಉಸಿರಾಟ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಪ್ರಮಾಣ ಶೇ. 0.2 ಅನ್ನು ಮೀರಿದರೆ ಹಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದು ರೀತಿಯ ನಂಜು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

(d) **ಫಲಗಳಲ್ಲಿನ ಗಾಯಗಳು :** ಫಲಗಳನ್ನು ಕೀಳುವಾಗ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸಾಗಾಣಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ರೀತಿಯ ಗಾಯಗಳಾಗುವುದುಂಟು. ಈ ಗಾಯಗಳಿಂದ ಫಲದಲ್ಲಿ ರೋಗ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಉಸಿರಾಟ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು.

ಈ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾದ ಹತೋಟಿಗೊಳಪಡಿಸಿ ಉಸಿರಾಟದ ದರವನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ನಿಯಮಿತ ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳ ವಾತಾವರಣವು ಫಲದ ಆಂತರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವುದು. ಕಡಿಮೆ ಅಂಶವಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಹಾಳತವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿದ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳು ಫಲದ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಮುಂದೂಡಿ, ಅವು ಹಣ್ಣಾಗುವ ಗತಿಯನ್ನು ಮುಂದಗೊಳಿಸುವುವು. ಈ ರೀತಿಯ ಶೇಖರಣೆಗೆ "ನಿಯಂತ್ರಿತ ವಾತಾವರಣ ಶೇಖರಣೆ" (controlled atmosphere storage) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಸಾಧನವನ್ನು ಸೇಬುಹಣ್ಣಿನ ಶೇಖರಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವರು.

ಜಲಾಂಶ (Water Content)

ಗಿಡದಿಂದ ಕಿತ್ತ ಫಲಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲಿಂದ ನೀರು ಬಂದೀತು ? ಬದಲು, ಹಣ್ಣಿನ ಒಳಗಿರುವ ನೀರು ಈಚೆಗೆ ಬಂದು ಹಣ್ಣಿಗೆ ನೀರಿನ ನಷ್ಟವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುದು. ಫಲದ ತೂಕವೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಅವು ತಮ್ಮ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಶೇ. 5ರಷ್ಟನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡರೆ ಅವುಗಳು ಚಿಕ್ಕದಾಗುವುವು. ರುಚಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಲ್ಲದೆ, ಸಿಪ್ಪೆ ಸುಕ್ಕುಗಟ್ಟಿ ಅವು ಅನಾಕರ್ಷಣೀಯವಾಗುವುವು. ಶೇಖರಣೆಯ ಅನಂತರ ಸಹಜವಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ತೂಕದ ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಜಲಾಂಶ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದೇ ಕಾರಣ. 100 ಟನ್ ಹಣ್ಣನ್ನು ಒಂದು ತಿಂಗಳ ಕಾಲ ಶೀತಾಗಾರದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟರೆ (ದೀರ್ಘಕಾಲ ಸಂರಕ್ಷಣೆಗೆ) ಈ ಹಣ್ಣುಗಳ ಒಟ್ಟು ತೂಕ ಕೇವಲ 80 ಟನ್‌ಗೆ ಇಳಿಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ 20 ಟನ್ ತೂಕ ನಷ್ಟವಾಗುವುದು. ಅಂದರೆ,

20 ಟನ್ ತೂಕದ ಬೆಲೆ ನಷ್ಟವಾದಂತೆ. ಇದರಿಂದ ವ್ಯಾಪಾರಸ್ಥರಿಗೆ ಅನಾನುಕೂಲ. ಇದನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವುದು ಆವಶ್ಯಕ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ನಷ್ಟವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಶೀತಾಗಾರದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ತೇವಾಂಶ (humidity) ಇರಬೇಕು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ಶೇ. 90ರಿಂದ 95ರ ವರೆಗಾದರೂ ತೇವಾಂಶವಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ ಮೇಣದ ಲೇಪ ಕೊಡುವುದರಿಂದಲೂ ತೇವಾಂಶದ ನಷ್ಟವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಬಹುದು. ಕೆಲವು ಫಲಗಳು ಹಣ್ಣಾದಾಗ ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿ ಜಲಾಂಶ ಹೆಚ್ಚಿ, ಸಿಪ್ಪೆಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಅಂಶ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬಾಳೆಹಣ್ಣು. ಬಾಳೆಯ ಕಾಯಿಯ ಸಿಪ್ಪೆಯಲ್ಲಿ ಜಲಾಂಶವು ಜಾಸ್ತಿ ಇದ್ದು, ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿ ಜಲಾಂಶ ಕಡಿಮೆಯಿರುವುದು. ಆದರೆ ಹಣ್ಣಾದಾಗ ತಿರುಳಿನಲ್ಲಿ ಜಲಾಂಶವು ಹೆಚ್ಚುವುದು ; ಸಿಪ್ಪೆಯಲ್ಲಿ ಜಲಾಂಶ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು.

ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳು (Carbohydrates)

ಫಲಗಳು ಹಣ್ಣಾಗುವಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುವುವು. ಹಸಿರಾಗಿರುವ ಫಲಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪಿಷ್ಟ (starch)ಪ್ರಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು ; ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುವ ಸಕ್ಕರೆಯ ಅಂಶಗಳು ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದು ಫಲವು ಸಿಹಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಣ್ಣುಮಾಗುವಾಗ ಪಿಷ್ಟವು ಕಿಣ್ವಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಕ್ಕರೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹಣ್ಣಾದ ಫಲಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆಗಳೇ ಮುಖ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಬಾಳೆಯಕಾಯಿ ಮತ್ತು ಮಾವಿನ ಕಾಯಿ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪಿಷ್ಟವು ಶೇ. 14ರಿಂದ 18ರವರೆಗೂ ಇರುವುದು. ಇವು ಹಣ್ಣಾದಾಗ ಪಿಷ್ಟವು ಸಕ್ಕರೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ಪಿಷ್ಟದ ಪ್ರಮಾಣ ಶೇಖಡ 1ಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುವುದು. ಹಣ್ಣಿನ ಸವಿಗೆ ಇದೇ ಕಾರಣ.

ಜಂಬೀರ (citrus) ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ (ಕಿತ್ತಲೆ, ನಿಂಬೆ, ಮೊದಲ ಮುಂತಾದವು) ಪಿಷ್ಟವು ಸದಾಕಾಲವೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗೇ ಇರುವುದು. ಇಂತಹ ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಗಳು ಕಿಣ್ವಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಕ್ಕರೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವುವು. ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಸಕ್ಕರೆಯ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಲು ಸಹಾಯಮಾಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಸಕ್ಕರೆಗಳು ಗ್ಲೂಕೋಸ್, (glucose), ಫ್ರುಕ್ಟೋಸ್ (fructose) ಮತ್ತು ಸುಕ್ರೋಸ್ (sucrose). ಇವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಒಂದೊಂದು ಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ತರಹ ಇರುವುದು. ದ್ರಾಕ್ಷಿ, ಸ್ಟ್ರಾಬೆರ್ರಿ (strawberry)ಗಳು ಹಣ್ಣಾದಾಗ ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಮತ್ತು ಫ್ರುಕ್ಟೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಗಳು ಹೆಚ್ಚುವುವು. ಆದರೆ ಸುಕ್ರೋಸ್ ಪ್ರಮಾಣವು ಸದಾ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದು.

ಸೇಬು, ಪಿಯರ್ಸ್ ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಫ್ರಕ್ಟೋಸ್ ಗ್ಲೂಕೋಸಿಗಿಂತ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿ ಶೇಖರವಾಗುವುದು. ಅನಾನಸ್, ಪೀಚ್, ಚೆರ್ರಿ (cherry) ಮುಂತಾದ ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಅವು ಪಕ್ವವಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಸುಕ್ರೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಯು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿ, ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಫ್ರಕ್ಟೋಸ್‌ಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುವು. ಮಾವಿನ ಫಲದಲ್ಲಿ ಸುಕ್ರೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಯೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೂ ಉಚ್ಛ್ವಾಯಸ್ಥಿತಿಯ ಅನಂತರ ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಫ್ರಕ್ಟೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಗಳು ಅತಿ ಬೇಗ ಹೆಚ್ಚುವುವು. ಆವಕಾಡೋ (avacado) ಹಣ್ಣಿನ ವೈಚಿತ್ರ್ಯವೇನೆಂದರೆ, ಫಲವು ಹಣ್ಣಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಸಕ್ಕರೆಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು.

ಪೆಕ್‌ಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳು (Pectic Substances)

ಹಣ್ಣಾದ ಫಲಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯವಾಗಿ ಗೋಚರವಾಗುವ ಮತ್ತೊಂದು ಅಂಶವೆಂದರೆ, ಒಳಗಿರುವ ತಿರುಳಿನ ಬದಲಾವಣೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುವ ಫಲ ಮೃದುವಾಗುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಪೆಕ್ಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆ. ಪೆಕ್ಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳು ಜೀವಕೋಶದ ಭಿತ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವುವು. ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣಾದಾಗ, ಕರಗದೆ ಇರುವ ಪ್ರೋಟೊಪೆಕ್ಟಿನ್ (protopectin) ಎಂಬುದು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುವುದು. ಕರಗಿಹೋಗಬಲ್ಲ ಪೆಕ್ಟಿನ್ ಪ್ರಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ತಿರುಳು ಮೃದುವಾಗುವುದು. ಇದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ 'ಪೆಕ್ಟಿನೇಸ್' ಮತ್ತು ಪೆಕ್ಟಿನ್ ಮಿಥೈಲ್ ಎಸ್ಟರೇಸ್ (pectin methyl esterase) ಎಂಬ ಕಿಣ್ವಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದಾಗುವುದು.

ಸಾವಯುವ ಆಮ್ಲಗಳು (Organic Acids)

ಹಣ್ಣುಗಳು ಹುಳಿಯಾಗಿರಲು ಕಾರಣ ಕೆಲವು ಆಮ್ಲಗಳು. ಈ ಆಮ್ಲಗಳು ಹಣ್ಣಿನ ಒಟ್ಟು ರುಚಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಆಮ್ಲ, ಸಕ್ಕರೆ, ಮತ್ತು ಒಗಚು ಅಂಶಗಳ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯೇ ರುಚಿಗೆ ಆಧಾರವಾಗಿರುವುದು. ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸಿಟ್ರಿಕ್ (citric), ಮ್ಯಾಲಿಕ್ (malic), ಟಾರ್ಟಾರಿಕ್ (tartaric) ಮುಂತಾದ ಆಮ್ಲಗಳಿರುವುವು. ದ್ರಾಕ್ಷಿಯಲ್ಲಿ ಟಾರ್ಟಾರಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಬಾಳೆಹಣ್ಣು, ಮಾವಿನ ಹಣ್ಣು, ಟೊಮ್ಯಾಟೊ ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಕಿತ್ತಲೆ, ನಿಂಬೆ ಮುಂತಾದ 'ಸಿಟ್ರಸ್' ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ 'ಸಿಟ್ರಿಕ್' ಆಮ್ಲ—ಇವು ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಇರುವುವು. ಫಲಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಈ ಆಮ್ಲಗಳ ಪ್ರಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಇದ್ದು, ಅನಂತರ ಹಣ್ಣಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುವು. ಏಕೆಂದರೆ ಕಿಣ್ವಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅವು ಸಕ್ಕರೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವುವು. ಕೆಲವು ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಉಸಿರಾಟದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅವು ದಹಿಸಿ ನೀರು ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಆಗುವುದೂ ಉಂಟು.

ಟ್ಯಾನಿನ್‌ಗಳು (Tannins)

ಕಾಯಿ ಹಾಗೂ ದೋರುಗಾಯಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಗಚು ರುಚಿ (astringency) ಇರುವುದು. ಈ ಒಗಚು ರುಚಿಗೆ ಟ್ಯಾನಿನ್‌ಗಳು ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಈ ಒಗಚು ವಿಶೇಷಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಕ್ಷೀಣಿಸುವುವು. ಅಲ್ಲದೆ ಹಣ್ಣಿಗೆ ಅವು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ರುಚಿಯನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಈ ಒಗಚು ಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಎಳೆಯ ಕಾಯಿಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯವುಂಟು. ಅವು ಕಾಯಿಗೆ ಯಾವ ಜಾಡ್ಯವೂ ಬರದಂತೆ ಕಾಪಾಡುತ್ತವೆ.

ಕಿಣ್ವಗಳು (Enzymes)

ಜೀವಕೋಶಗಳ ಬಹುತೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೆ ಕಿಣ್ವಗಳೇ ಕಾರಣ. ಇವು ಒಂದುಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ವೇಗವರ್ಧಕಗಳು (catalysts). ಈ ಕಿಣ್ವಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ದೊಡ್ಡದು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಒಂದೊಂದು ಕಿಣ್ವವೂ ಒಂದೊಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಮೀಸಲಾಗಿದ್ದು ಆ ಕ್ರಿಯೆ ಜರಗುವಂತೆ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರುವುವು. ಫಲವು ಪಕ್ವವಾಗುವಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಆಂತರಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಈ ಕಿಣ್ವಗಳೇ ಕಾರಣ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಫಲದಲ್ಲಿನ ಪಿಷ್ಟ ಸಕ್ಕರೆಯಾಗುವುದು, ಸುಕ್ರೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಯು ಒಡೆದು ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಮತ್ತು ಫ್ರಕ್ಟೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಗಳಾಗುವುದು, ಪ್ರೋಟೋ ಪೆಕ್ಟಿನಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಪರಿವರ್ತನೆ, ಮುಂತಾದ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಿಣ್ವಗಳ ಪಾತ್ರ ಮಹತ್ವವಾದದ್ದು. ಮುಪ್ಪಿನ ಅವಸ್ಥೆ (senescence) ಬಂದಾಗ ಈ ಕಿಣ್ವಗಳ ಪಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ.

ಮಧುರವಾಸನೆ (Flavour Components)

ಕಾಯಿ ಮತ್ತು ಹಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ವಾಸನೆಯಲ್ಲಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದೇ ಇದೆ. ಕಾಯಿಯಾಗಿದ್ದಾಗ ಫಲದ ಸಹಜ ವಾಸನೆ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಗೊತ್ತಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಾಗ ಘಮ ಘಮ ವಾಸನೆಯು ಬರುವುದು. ಹಣ್ಣಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಎಸ್ಟರ್‌ಗಳು (esters), ಆಲ್ಡಿಹೈಡ್‌ಗಳು (aldehydes), ಕೀಟೋನ್‌ಗಳು (ketones), ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್‌ಗಳು (alcohol), ಟರ್ಪಿನ್‌ಗಳು (terpenes) ಮುಂತಾದ ಆವಿಯಾಗಬಲ್ಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು (volatile substances) ಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುವುವು. ಅವು ಹಣ್ಣಿಗೆ ಮಧುರವಾಸನೆಯನ್ನು ತರುವುವು. ಈ ವಾಸನಾದ್ರವ್ಯಗಳ ಅಂಶಗಳು ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಹಣ್ಣಿನ ಗುಣಮೌಲ್ಯಗಳಿಗೆ ಪ್ರಮುಖವೆನಿಸಿವೆ. ವಾಸನಾದ್ರವ್ಯಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಣ್ಣಿನ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸಿ ಮುಪ್ಪು (senescence) ಬರುವವರೆಗೂ ಇರುವುವು. ಆವಿಯಾಗಬಲ್ಲ ಈ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಹೇಗೆ ಫಲಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಲ್ಪಡುವುವು ಎಂಬುದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿಲ್ಲ.

ಬಣ್ಣ (Colour)

ಹಣ್ಣುಗಳ ಗುಣಮೌಲ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವೆವು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಫಲವು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಹಣ್ಣಾದಾಗ ಆಕರ್ಷಕ ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗುವುದು. ಕೆಂಪು ವರ್ಣದಿಂದ ಹಳದಿಯ ವರ್ಣದವರೆವಿಗೂ ವಿಸ್ತರಿಸಿದ ನಾನಾ ಛಾಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಅವು ಕಾಣಿಸುವುವು. ಕಾಯಾಗಿರುವಾಗ ಹಚ್ಚ ಹಸಿರು ಬಣ್ಣವಿರುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ. ಈ ಹಸಿರು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ಸಿಪ್ಪೆಯಲ್ಲಿರುವ (ಹಾಗೂ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ) ಕ್ಲೋರೋಫಿಲ್ (chlorophyll) ಕಾರಣ. ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದು ಕಳೆದು, ಬೇರೆ ಬಣ್ಣ ಬರುವುದು. ಹಣ್ಣಿನ ಕೆಂಪು ಅಥವ ಹಳದಿ ವರ್ಣಗಳಿಗೆ ಕ್ಯಾರೊಟಿನ್‌ಗಳು, ಸ್ಯಾಂಥೊಫಿಲ್ (xanthophyll), ಕ್ರಿಪ್ಟೊಸ್ಯಾಂಥಿನ್ (cryptoxanthene) ಮುಂತಾದ ಬಣ್ಣವಸ್ತುಗಳು ಕಾರಣ. ಲೈಕೊಪಿನ್ (lycopene) ಎಂಬುದು ಟೊಮ್ಯಾಟೋ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು ಸೀಬೆ ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿರುವುದು. ಈ ಬಣ್ಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಕಿಣ್ವಗಳಿಂದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಲ್ಪಡುವುವು.

ಕೆಲವು ಹಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ನೇರಳೆ, ನೀಲಿ ಮತ್ತು ಕಪ್ಪು ಛಾಯೆಯ ಬಣ್ಣಗಳಿರುವುವು. ಈ ಬಣ್ಣಗಳಿಗೆ ಆಂಥೊಸಯನಿನ್ಸ್ (anthocyanins) ಎಂಬ ಗುಂಪಿನ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯಗಳು ಕಾರಣ.

ಫಲವನ್ನು ಪಕ್ವಗೊಳಿಸುವುದು

ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಶಾಖವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟು ಹಣ್ಣುಮಾಡುವರು. ಮಾವಿನಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಹುಲ್ಲಿನ ಮೆದೆಯೊಳಗಿರಿಸಿದಾಗ ಕೆಲವು ದಿನಗಳನಂತರ ಅವೆಲ್ಲಾ ಹಣ್ಣಾಗುವುವು. ಹಾಗೆಯೇ ಬಲಿತ ಬಾಳೆಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಹೊಗೆ ಹಾಕಿ ಹಣ್ಣುಮಾಡುವರು. ಬಲಿತ ಕಾಯಿಗಳನ್ನು 24 ಗಂಟೆ ಹೊಗೆಯಗೂಡಿನಲ್ಲಿಟ್ಟು ಒಣಗಿದ ತರಗೆಲೆ ಮತ್ತು ಇತರ ವಸ್ತುಗೊಳೊಡನೆ ಬೆಂಕಿ ಹಚ್ಚಿ ಒಳಗಡೆ ಶಾಖವನ್ನುತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವರು. ಅನಂತರ ಅವನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದು ಸಾಧಾರಣ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅವು ಕೆಲವು ದಿನಗಳನಂತರ ಹಣ್ಣಾಗುವುವು.

ಕಾಯಿ ಹಣ್ಣಾಗುವುದನ್ನು ತ್ವರಿತಗೊಳಿಸಬಹುದು ಇಲ್ಲವೇ ನಿಧಾನಿಸಲೂ ಬಹುದು. ಶ್ರೀಘ್ರವಾಗಿ ಹಣ್ಣಾಗಲು ಅವಶ್ಯವಾದ ಆಂತರಿಕ ಜೀವಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಪ್ರೇರೇಪಿಸಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಬಾಳೆಕಾಯಿಯು ಬೇಗ ಹಣ್ಣಾಗಲು ಎಥಿಲಿನ್ ಅನಿಲವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಅಲ್ಲದೆ, 2, 4, 5-ಟಿ (2, 4, 5-triphenoxy acetic acid), NAA (napthalene acetic acid), ಜಿಬ್ಬೆರೆಲಿನ್ (gibberellin) ಮುಂತಾದ ವೃದ್ಧಿನಿಯಂತ್ರಕಗಳ ಬಳಕೆ

ಯಿಂದ ಶ್ರೀಘ್ರವಾಗಿ ಕಾಯನ್ನು ಹಣ್ಣುಮಾಡಬಹುದು. ಹಣ್ಣಾಗುವುದನ್ನು ನಿಧಾನಿಸಲೂಬಹುದು. ಅಲ್ಪ ಉಷ್ಣಾಂಶ (low temperature)ದ ವಾತಾವರಣ ದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸುವುದು, ಹೆಚ್ಚಿನ ಇಂಗಾಲದ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ಮತ್ತು ಕಡಿಮೆಯಾದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿಡುವುದು ಹಾಗೂ ಮೇಣದ ಲೇಪನಗಳಿಂದ ಅದನ್ನು ಸಾಧಿಸಬಹುದೆಂದು ಆಗಲೇ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ವೃದ್ಧಿನಿರೋಧಕ ಗಳಾದ MH (malic hydrazide), MENA (methyl ester of napthalene actic accid)ಗಳಿಂದ ಹಣ್ಣಾಗುವುದನ್ನು ನಿಧಾನಿಸಬಹುದು.

ಹಣ್ಣನ್ನು ಯಾವಾಗ ಕೀಳಬೇಕು ?

ಈ ಬಗ್ಗೆ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬರುವ ಮೊದಲು ಹಣ್ಣಿನ ಗಾತ್ರ, ಆಕಾರ, ಬಣ್ಣ ಮತ್ತು ವಾಸನೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಅನುಭವವೂ ಸಹಾಯಕವಾಗಿರುವುದು. ಹಣ್ಣನ್ನು ಕೀಳುವ ಕಾಲ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ಏಕೆಂದರೆ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಗಿಡದಲ್ಲೇ ಬಹುಕಾಲ ಬಿಟ್ಟರೆ, ಅವುಗಳು ಕೆಲ ಕಾಲಾನಂತರ ಗಿಡದಿಂದ ಸಹಜವಾಗಿ ಉದುರಿಹೋಗುವುವು. ಬೀಸುವ ಗಾಳಿಯಿಂದ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೂ ಉದುರಿಹೋಗಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಬಿದ್ದ ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಬಹು ಕಾಲ ಶೇಖರಿಸಿಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಗಿಡದಲ್ಲಿ ದೋರುಗಾಯಿಗಳಿರುವಾಗಲೇ ಕ್ರಿಮಿಕೀಟ, ಪ್ರಾಣಿಪಕ್ಷಿಗಳು ಅವನ್ನು ಹಾಳುಮಾಡಿ ನಷ್ಟವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುವು. ಹಣ್ಣುಗಳ ಧೀರ್ಘಕಾಲದ ಶೇಖರಣೆಗೆ, ಅವನ್ನು ಕೀಳುವ ವೇಳೆಗೂ ಶೇಖರಣೆ ಮಾಡುವ ವೇಳೆಗೂ ಇರುವ ಕಾಲಾಂತರ ಮುಖ್ಯವಾಗಿರುವುದು.

ಫಲಗಳು ಹಣ್ಣಾಗುವಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಳದಿ ಅಥವ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗುವುವು. ಇದು ಹಣ್ಣಿನ ಜಾತಿಯನ್ನವಲಂಬಿಸುವುದು. ಕೆಲವು ಹಣ್ಣು ಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಬಣ್ಣ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸಕ್ಕರೆ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿ ಅನಂತರ ಕೊಯ್ಯಬಹುದು.

ಗಿಡದಿಂದ ಫಲಗಳನ್ನು ಕೊಯ್ಯುವಾಗ, ಹಾಗೂ ಕೊಯ್ದಾದ ಮೇಲೆ, ನಾವು ಫಲಗಳಿಗೆ ಯಾವ ತರಹದ ಗಾಯವೂ ಆಗದಂತೆ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ವಹಿಸಬೇಕು. ಅದುಮಿದ ಅಥವ ಗೀರಿದ ಗಾಯಗಳಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಬೇಗ ಬೂಷ್ಟು ಬರುವುದು ; ಉಸಿರಾಟದ ವೇಗವು ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಿ ಹಣ್ಣು ಬೇಗ ನಶಿಸುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವಂತೆಯೇ ಎಚ್ಚರದಿಂದ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನೂ ರಕ್ಷಿಸಬೇಕೆನ್ನುವರು. ಫಲಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೋಗ ರುಜಿನುಗಳೂ ಬರದಂತೆ, ಆಗಾಗ್ಯೆ ಅವಶ್ಯಬಿದ್ದಂತೆ ಕ್ರಿಮಿನಾಶಕ, ಬೂಷ್ಟು ನಿರೋಧಕಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಂಪಡಿಸುತ್ತಿರಬೇಕು.

ಫಲಗಳು ತೋಟದಿಂದ ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಸೇರುವವರೆಗೂ ನಾವು

ಎಚ್ಚರಿಕೆ ವಹಿಸಿ ಅವನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರಕ್ಷಿಸಿದಲ್ಲಿ, ಬೆಳೆದವನಿಗೆ ನಷ್ಟವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಉತ್ತಮವಾದ ಹಣ್ಣುಗಳಿಂದ ಜನರಿಗೆ ಆರೋಗ್ಯಲಾಭವುಂಟು. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಈಗ ಹಣ್ಣುಗಳ ಸಾಗಾಣಿಕೆ ಹಾಗೂ ಶೇಖರಣೆಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ನಷ್ಟವಿದೆ. ಈ ನಷ್ಟವನ್ನು ತಡೆಯುವುದು ಆವಶ್ಯಕ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಹಣ್ಣುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳುವಳಿಕೆ ಹಾಗೂ ಸಂಶೋಧನೆ ಮುಖ್ಯವೆನಿಸಿದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನಿ ಶ್ರೀಯುತ ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮಿನಾರಾಯಣ ಅವರ ಸಲಹೆ ಮತ್ತು ಸಹಾಯಗಳಿಗೆ
ಲೇಖಕ ಚಿರಋಣಿ.

1925ರ ಅಕ್ಟೋಬರ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಲ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಜಾನ್ ಲಾಗಿ ಬೇರ್ಡ್‌ರವರು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಒಂದು ಉಪಕರಣವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿದ್ದರು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಅಳವಡಿಸಿದ ಒಂದು ಉಪಕರಣದ ಪರಿಶೀಲನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾಗ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಗ್ರಾಹಕ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಬಿಂಬ ಮೂಡಿದಂತೆ ಕಂಡಿತು. ಭಾವೋದ್ರಿಕ್ತರಾದ ಬೇರ್ಡ್‌ರವರು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಹೊರಕ್ಕೆ ಓಡಿದರು. ಒಬ್ಬ ಜೀವಂತ ವ್ಯಕ್ತಿಯನ್ನು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಕ್ಯಾಮರಾದ ಮುಂದೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಅವನ ಚಲನವಲನಗಳನ್ನು ಗ್ರಾಹಕ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ನೋಡಬೇಕೆಂದು ಯೋಚಿಸಿ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಗಾಗಿ ಹುಡುಕಾಡಿದರು. ಕೊನೆಗೆ ಮಹಡಿ ಇಳಿದು ಹೋಗಿ ಅಲ್ಲಿ ಆಫೀಸಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಕ್ಕಿದ್ದ ಒಬ್ಬ ಹುಡುಗನನ್ನು ಕರೆತಂದು ಕ್ಯಾಮರಾ ಮುಂದೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಪಕ್ಕದ ಕೊಠಡಿಗೆ ಹೋಗಿ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ನೋಡಿದರು. ತೆರೆ ಖಾಲಿ ಇತ್ತು. ಕಕ್ಕಾಬಿಕ್ಕಿಯಾಗಿ ಅವರು ಪುನಃ ಕ್ಯಾಮರಾ ಇಟ್ಟಿದ್ದ ಕೊಠಡಿಗೆ ಓಡಿಬಂದರು. ಆ ಹುಡುಗ ಅಲ್ಲಿರಲಿಲ್ಲ. ಕಣ್ಣು ಕುಕ್ಕುತ್ತಿದ್ದ ಆ ಬೆಳಕಿಗೆ ಹೆದರಿ ಅವನು ಪಲಾಯನ ಮಾಡಿದ್ದ. ಅವನನ್ನು ಪುಸಲಾಯಿಸಿ, ಅವನ ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಷಿಲಿಂಗ್ ಇಟ್ಟು ಪುನಃ ಅವನನ್ನು ಕರೆತಂದು ಕ್ಯಾಮರಾ ಮುಂದೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿದರು. ಅವನ ಚಲನಚಿತ್ರ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಮೂಡಿತು.

ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಒಂದು ಕಡೆ ಮಾತನಾಡುತ್ತಾ ಬೇರ್ಡ್‌ರವರು "ಸಂಭಾವನೆ ಪಡೆದು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದ ವಿಶ್ವದ ಪ್ರಥಮ ವ್ಯಕ್ತಿ ಈ ವಿಲಿಯಂ ಟೇಂಟನ್" ಎಂದು ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

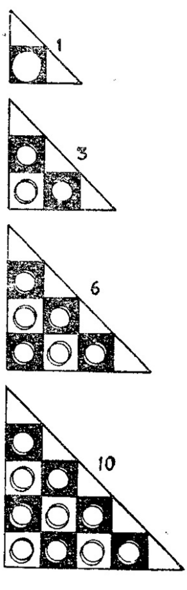
ಗಣಿತ ವಿಹಾರ

ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ವೈಚಿತ್ರ್ಯ–1

ಎಲ್. ಎನ್. ಚಕ್ರವರ್ತಿ

ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಆಕಾರಗಳಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನತೆ ಇರುವಂತೆ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಸ್ವಭಾವಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಭಿನ್ನತೆ ಕಂಡು ಬರುವುದು. ಅವುಗಳ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕೌತುಕಕರವಾದ ವೈಚಿತ್ರ್ಯಗಳು ಕಂಡುಬರುವುವು.

ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಸೂಚಿಸುವಷ್ಟು ಕೇರಂ ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ಸರಳ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಇಡುವ ಮೂಲಕ ಆ ಪೂರ್ಣಾಂಕದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಅಂತೆಯೇ ಕೆಲವು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನು ತ್ರಿಕೋನಾಕೃತಿಗಳ ಮೂಲಕವೂ ಕೆಲವನ್ನು ಆಯುಗಳ ಮೂಲಕವೂ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವನ್ನು ಘನಾಕೃತಿಗಳ ಮೂಲಕವೂ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯ. ತ್ರಿಕೋನಗಳ ಮೂಲಕ ಸೂಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನು ತ್ರಿಕೋನಾಂಕಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಆಯಾಕಾರದ, ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಅಥವಾ ಘನಾಕೃತಿಯ ಅಂಕಗಳ ಭಾವನೆಯನ್ನೂ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

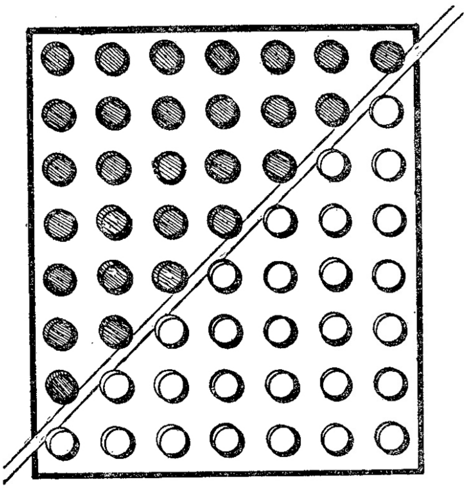


ಚಿತ್ರ 1.

ಮೊದಲನೆಯ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು, ಎರಡನೆಯ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು, ಮೂರನೆಯ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಮೂರು, ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು, ಹೀಗೆ ಕೇರಂ ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಇಡುತ್ತಾ ಬನ್ನಿ. ಈಗ ಈ ಕಾಯಿಗಳಿಂದ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ತ್ರಿಕೋನಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುವುವು. ಒಂದನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ 1, 3, 6, 10 ಕಾಯಿಗಳಿಂದ ಆದ ನಾಲ್ಕು ತ್ರಿಕೋನಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. 1, 3, 6, 10—ಈ ಅಂಕಗಳನ್ನು ತ್ರಿಕೋ

ನಾಂಕಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಹತ್ತು ಕಾಯಿಗಳಿಂದ ಆದ ತ್ರಿಕೋನಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಸಾಲುಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು, ಎರಡನೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು, ಮೂರನೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಮೂರು ಮತ್ತು ನಾಲ್ಕನೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು— ಹೀಗೆ ಒಟ್ಟು ನಾಲ್ಕು ಸಾಲುಗಳಿಂದ (1+2+3+4=10) ಹತ್ತು ಕಾಯಿಗಳಿವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಐದು ಸಾಲುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಒಂದು, ಎರಡು, ಮೂರು, ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಐದು ಕಾಯಿಗಳಂತೆ ಒಟ್ಟು ಹದಿನೈದು ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ತ್ರಿಕೋನದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇಡಬಹುದು.

1, 3, 6, 10, 15—ಇವೆಲ್ಲಾ ತ್ರಿಕೋನಾಂಕಗಳು. ಐದನೆಯ ತ್ರಿಕೋನ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಥವಾ ತ್ರಿಕೋನಾಂಕ 15. ಏಳನೇ ತ್ರಿಕೋನಾಂಕ 1+2+3+4+5+6+7 ಅಥವಾ 28. ಇಂತಹ ತ್ರಿಕೋನ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಒಂದು ಸುಲಭವಾದ ಮಾರ್ಗವಿದೆ. ಎರಡನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಏಳು ಸಾಲುಗಳಿಂದ ಆದ ಒಂದು ತ್ರಿಕೋನದ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಅಂಥದೇ ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ ಇಟ್ಟು ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ ಎರಡು ತ್ರಿಕೋನ



ಚಿತ್ರ 2

ಗಳಿಂದ ಒಂದು ಆಯ ಉಂಟಾಗಿರುವುದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಈ ಆಯದಲ್ಲಿ ಏಳು ಸಾಲುಗಳಿವೆ. ಪ್ರತಿ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ಎಂಟು ಕಾಯಿಗಳಿವೆ. ಅಂದರೆ ಒಟ್ಟು ($7 \times 8=56$) ಐವತ್ತಾರು ಕಾಯಿಗಳಿವೆ. ಆಯದಲ್ಲಿ ಸರ್ವಥಾ ಸಮವಾದ ಎರಡು ತ್ರಿಕೋನಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ತ್ರಿಕೋನದಲ್ಲಿಯೂ

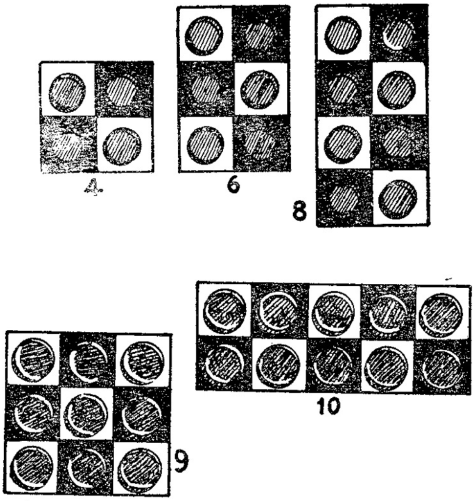
(56÷2=28) ಇಪ್ಪತ್ತೆಂಟು ಕಾಯಿಗಳಿದ್ದಂತಾಯಿತು. ಅಂದರೆ ಏಳನೇ ತ್ರಿಕೋನ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು, ಏಳನ್ನು ಅದರ ಮುಂದಿನ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾದ ಎಂಟರಿಂದ ಗುಣಿಸಿ ಬಂದ ಗುಣಲಬ್ಧ ಸಂಖ್ಯೆ ಐವತ್ತಾರನ್ನು ಎರಡರಿಂದ ಭಾಗಿಸ ಬೇಕು ಎಂದಾಯಿತು.

$$\text{ಹೀಗೆಯೇ ಎಂಟನೇ ತ್ರಿಕೋನಾಂಕ} = \frac{8\times9}{2} = \frac{72}{2} = 36$$

ಎರಡನೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಐವತ್ತಾರು ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ಆಯದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದ್ದೇವೆಯಷ್ಟೆ. ಆದುದರಿಂದ 56 ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಆಯಾಕಾರ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಪ್ರತಿ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ಎಂಟು ಕಾಯಿಗಳಂತೆ ಈ ಆಯದಲ್ಲಿ ಏಳು ಸಾಲುಗಳಿವೆ. 56 ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು 7×8 ಎಂದು ಅಪ ವರ್ತನಮಾಡಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ 7 ಮತ್ತು 8—ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು 56ರ ಅಪವರ್ತನ ಗಳು. ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಯಾವುದೇ ಎರಡು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧ ವನ್ನು ಆಯಾಕಾರ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳೂ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕಾದುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಈಗ ಸಂಖ್ಯೆ 7ನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. 7=7×1. ಆದುದರಿಂದ ಏಳು ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ಸರಳ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಇಡಬಹುದೇ ವಿನಾ ಇವುಗಳಿಂದ ಒಂದು ಆಯವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಏಕೆಂದರೆ ಏಳು ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಏಳು ಅಥವಾ ಒಂದು—ಈ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಬೇರ ಅಪವರ್ತನಗಳಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆ ಗಳು (prime numbers) ಅಥವಾ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. 2, 3, 5, 11, 13 ಇವೆಲ್ಲವೂ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳೇ. ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಆಯಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದಾಯಿತು.

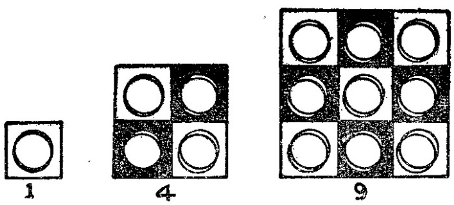
ಐವತ್ತಾರನ್ನು ಹದಿನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ನಾಲ್ಕರ ಗುಣಲಬ್ಧವನ್ನಾಗಿ ಬರೆಯ ಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ಹದಿನಾಲ್ಕು ಕಾಯಿ ಗಳನ್ನಿಟ್ಟು ಇಂತಹ ನಾಲ್ಕು ಸಾಲುಗಳಿಂದ ಐವತ್ತಾರು ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಬಹುದು. 4=2×2; ಆದುದರಿಂದ ನಾಲ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಆಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಕಾಯಿಗಳಂತೆ ಎರಡು ಸಾಲುಗಳಿರುವುವು. ಹೀಗೆಯೇ 6=3×2; 8=2×4; 9=3×3 ಮತ್ತು 10=5×2. 6, 8, 9, 10 ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಈ ಆಯಗಳನ್ನು 3ನೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಿ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ಎಷ್ಟು ಕಾಯಿಗಳಿರುವುವೋ ಅಷ್ಟೇ ಸಾಲು ಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟು ಒಂದು ಆಯವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದರೆ, ಅಂತಹ ಆಯವು ಒಂದು



ಚಿತ್ರ 3

ವರ್ಗಾಕೃತಿಯಾಗುವುದು. 4ನೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು, ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಒಂಭತ್ತು ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ವರ್ಗಾಕೃತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 4

$$1 = 1 \times 1 = 1^2$$

$$4 = 2 \times 2 = 2^2$$

$$9 = 3 \times 3 = 3^2$$

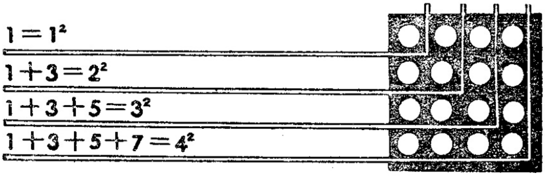
$$16 = 4 \times 4 = 4^2$$ ಇತ್ಯಾದಿ.

ವರ್ಗಾಕೃತಿಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಬಹುದಾದ 1, 4, 9, 16, 25—ಮುಂತಾದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ವರ್ಗ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು (square numbers) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

1, 3, 5, 7, 9 ಮುಂತಾದ ಬೆಸ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ 1, 4, 9, 16, 25 ಮುಂತಾದ ವರ್ಗ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಒಂದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಬೆಸ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಮೊದಲಿನಿಂದ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಬರೆಯುತ್ತಾ ಹೋಗಿ. ಈಗ ಮೊದಲನೇ ಎರಡು, ಮೊದಲನೇ ಮೂರು, ಮೊದಲನೇ ನಾಲ್ಕು ಮುಂತಾಗಿ ಬೆಸ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಕೂಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಬರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಲ್ಲಾ ವರ್ಗ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೇ ಆಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.

$$1 = 1^2$$
$$1 + 3 = 4 = 2^2$$
$$1 + 3 + 5 = 9 = 3^2$$
$$1 + 3 + 5 + 7 = 16 = 4^2 \text{ ಇತ್ಯಾದಿ}$$

ಹೀಗಾಗಲು ಕಾರಣವೇನು ಎಂಬುದನ್ನು 5ನೆಯ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ 5

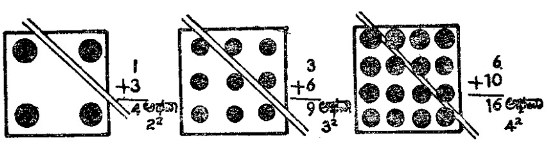
ಹಾಗೆಯೇ ವರ್ಗಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ತ್ರಿಕೋನಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ನಿಕಟವಾದ ಸಂಬಂಧವುಂಟು. ಒಂದು ತ್ರಿಕೋನಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅದರ ಮುಂದಿನ ತ್ರಿಕೋನ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಮೊತ್ತವು ಒಂದು ವರ್ಗ ಸಂಖ್ಯೆ. 1, 3, 6, 10 — ಇವು ತ್ರಿಕೋನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು.

ಈಗ $1 + 3 = 4 = 2^2$

$3 + 6 = 9 = 3^2$

$6 + 10 = 16 = 4^2$ ಇತ್ಯಾದಿ.

6ನೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಇದರ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ನಾಲ್ಕು ಕಾಯಿಗಳಿರುವ



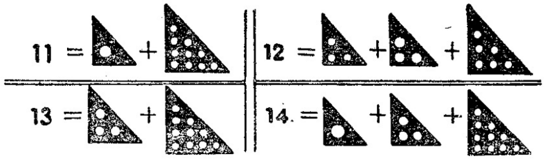
ಚಿತ್ರ 6

ವರ್ಗಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮತ್ತು ಮೂರು ಕಾಯಿಗಳಿರುವ ಎರಡು ತ್ರಿಕೋನಗಳಿವೆ. ಹದಿನಾರು ಕಾಯಿಗಳ ವರ್ಗಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಆರು ಕಾಯಿಗಳ ಮತ್ತು ಹತ್ತು ಕಾಯಿಗಳ ಎರಡು ತ್ರಿಕೋನಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳೆಲ್ಲ ಬಹುಪಾಲು ತ್ರಿಕೋನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೇ. ಕೆಲವು ಮಾತ್ರ ತ್ರಿಕೋನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕವನ್ನೂ ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರು ತ್ರಿಕೋನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮೊತ್ತದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 11, 12, 13, 14—ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೂ ತ್ರಿಕೋನಾಂಕವಲ್ಲ. ಆದರೆ,

$$11 = 1 + 10$$
$$12 = 3 + 3 + 6$$
$$13 = 3 + 10$$
$$14 = 1 + 3 + 10$$

ಇಲ್ಲಿ 1, 3, 6, 10-ಇವೆಲ್ಲಾ ತ್ರಿಕೋನಾಂಕಗಳೇ. 7ನೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿ.



ಚಿತ್ರ 7

8ನೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದರಿಂದ ಹನ್ನೆರಡರವರೆಗೆ ಮಗ್ಗಿಯನ್ನು ಬರೆದಿದೆ

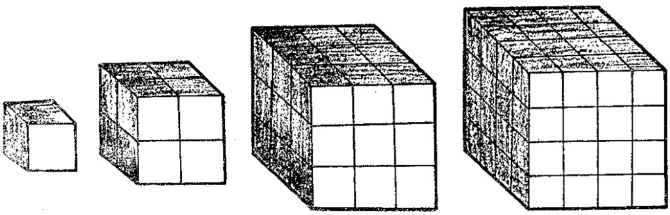
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72
7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132
12	24	36	48	60	72	84	96	103	120	132	144

ಚಿತ್ರ 8

ಚಿತ್ರದ ರೂಪ ಒಂದು ವರ್ಗಾಕೃತಿ. ಈ ವರ್ಗದ ಕರ್ಣದ ಮೇಲಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಲ್ಲಾ ವರ್ಗ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೇ ಆಗಿವೆ. 1, 4, 9, 16,........, 144.

ಈಗ ಕಾಯಿಗಳ ಬದಲು ಘನಾಕೃತಿಯ (Cubes) ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸೋಣ. ಈ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇಡಿ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸಾಲಿಗೆ ಮೂರು ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳಂತೆ ಮೂರು ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಒಂಭತ್ತು ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ಒಂದು ವರ್ಗದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇಡಿ. ಇಂತಹ ಮೂರು ವರ್ಗಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಮೇಲೆ ಒಂದರಂತೆ ಪದರ ಪದರವಾಗಿ ಇಡಿ. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾದ ಘನಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಇಪ್ಪತ್ತೇಳು ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳಿರುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಇಪ್ಪತ್ತೇಳು ಒಂದು ಘನಸಂಖ್ಯೆ.

1, 8, 27, 64—ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ಘನಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಘನಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವೆವು (ಚಿತ್ರ 9).



ಚಿತ್ರ 9

$$1 = 1 \times 1 \times 1 = 1^3$$
$$8 = 2 \times 2 \times 2 = 2^3$$
$$27 = 3 \times 3 \times 3 = 3^3$$
$$64 = 4 \times 4 \times 4 = 4^3$$

ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಿಗಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸುವ ಗಣಿತ ವಿಭಾಗಕ್ಕೆ ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರ (Theory of numbers) ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಫರ್ಮ್ಯಾಟ್ (Fermat), ಆಯಿಲರ್ (Euler) ಮತ್ತು ಗಾಸ್ (Gauss) ಮುಂತಾದ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸವು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಸಹಕಾರಿಯಾಯಿತು. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನದ ರಾಣಿ (Queen of Sciences) ಎನ್ನುವುದುಂಟು. ಈ ಮಾತನ್ನು ಒಪ್ಪುವುದಾದರೆ ಸಂಖ್ಯಾ ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ರಾಣಿ ಎನ್ನಬಹುದು.

ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಸಂಖ್ಯಾಸಮೂಹಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸುವ ಪ್ರಮೇಯಗಳು

2, 4, 6, 8,....

ಮುಂತಾದ ಸಮಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿರಬಹುದು ; ಮೂರರಿಂದ ನಿಶ್ಶೇಷವಾಗಿ ಭಾಗವಾಗುವ

3, 6, 9, 12,....

ಮುಂತಾದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿರಬಹುದು ; ಇತ್ಯಾದಿ.

'ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯೆ'ಗಳಿಗೆ ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಸ್ಥಾನವಿದೆ. ಮೂರು, ನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಐದು ಮೂಲಮಾನಗಳಷ್ಟು ಉದ್ದವಿರುವ ಮೂರು ಕೋಲುಗಳನ್ನು ತ್ರಿಕೋನದ ರೂಪದಲ್ಲಿಟ್ಟಾಗ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಬಾಹುವಾದ ಐದು ಅಡಿ ಕೋಲಿನ ಅಭಿಮುಖ ಕೋನವು ಲಂಬಕೋನ (90°)ವಾಗುವುದೆಂಬ ವಿಷಯವು ಈಜಿಪ್ಟ್ ಮತ್ತು ಗ್ರೀಕ್ ದೇಶದವರಿಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದಿತು. ಇಂತಹ ತ್ರಿಭುಜವನ್ನು ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಭುಜ (Right angled triangle) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಭುಜದ ಬಾಹುಗಳು 3, 4, 5 ಮೂಲಮಾನಗಳೇ ಆಗಿರಬೇಕೇ ಅಥವಾ ಬಾಹುಗಳ ಉದ್ದಗಳು ಬೇರೆ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ ತ್ರಿಭುಜವು ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಭುಜವಾಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ ಎಂಬ ವಿಷಯವನ್ನು ಪೈಥಾಗೊರಸ್ (Pythagoras) ಎಂಬ ಗ್ರೀಕ್ ದೇಶದ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಚರ್ಚಿಸಿದನು. ತ್ರಿಭುಜದ ಬಾಹುಗಳ ಉದ್ದಗಳು 6, 8, 10 ಮೂಲಮಾನಗಳಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ 5, 12, 13 ಮೂಲಮಾನಗಳಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ ತ್ರಿಭುಜವು ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಭುಜವಾಗಬಹುದೆಂಬ ಅಂಶವು ಅವನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು. ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಭುಜಗಳ ಉದ್ದಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ (3,4,5) ; (6, 8, 10) ; (5, 12, 13)—ಇಂತಹ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಅಥವಾ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯಗಳನ್ನು (Number triplets) ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯ ಒಂದೊಂದರಲ್ಲಿಯೂ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಯ ವರ್ಗವು ಉಳಿದ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ವರ್ಗಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ಪೈಥಾಗೊರಸ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ.

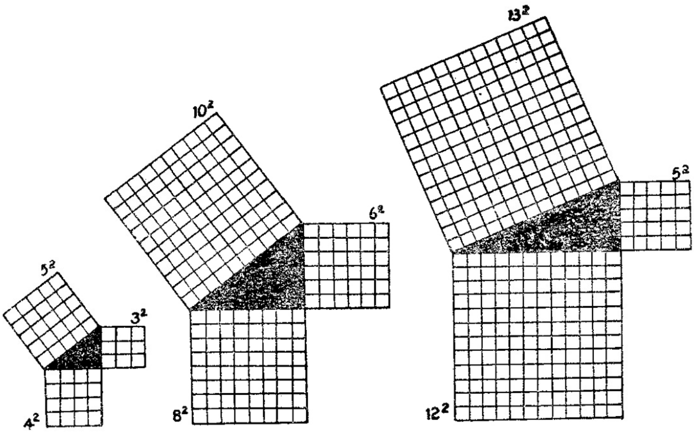
$5^2 = 3^2 + 4^2$ ಅಂದರೆ $25 = 9 + 16$

$13^2 = 5^2 + 12^2$ ಅಂದರೆ $169 = 25 + 144$

$10^2 = 6^2 + 8^2$ ಅಂದರೆ $100 = 36 + 64$

ಒಂದು ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ನಾಲ್ಕು ಬಾಹುಗಳ ಉದ್ದಗಳೂ ಸಮ ಮತ್ತು

ಆಕೃತಿಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೋನವೂ ಒಂದು ಲಂಬಕೋನ (90°). ಪ್ರತಿ ಬಾಹುವಿನ ಉದ್ದವೂ ಒಂದು ಮೂಲಮಾನವಾದಾಗ ಆ ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಸಲೆಯನ್ನು ಒಂದು ಚದರ ಮೂಲಮಾನವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಭುಜದ ಬಾಹುಗಳ ಉದ್ದಗಳು 3, 4, 5 ಮೂಲಮಾನಗಳಾಗಿವೆ ಎನ್ನಿ. ಈ ತ್ರಿಭುಜದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆಯೂ ಒಂದೊಂದು ವರ್ಗಾಕೃತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದರೆ, ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆ ರಚಿಸಿದ ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಸಲೆ ಉಳಿದ ಎರಡು ಬಾಹುಗಳ ಮೇಲೆ ರಚಿಸಿದ ವರ್ಗಾಕೃತಿಗಳ ಸಲೆಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುವುದು. 10ನೆಯ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿ. ಐದು ಮೂಲಮಾನ ಉದ್ದವಿರುವ ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ



ಚಿತ್ರ 10

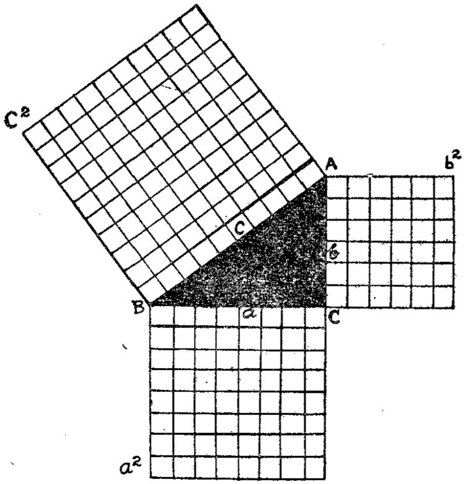
ವರ್ಗಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ಚದರ ಮೂಲಮಾನಗಳಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಎಣಿಕೆ ಮಾಡಿನೋಡಿ. ಮೂರು ಮೂಲಮಾನ ಉದ್ದವಿರುವ ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆ ರಚಿಸಿದ ವರ್ಗಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂಭತ್ತು ಚದರ ಮೂಲಮಾನಗಳಿವೆ. ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಮಾನ ಉದ್ದವಿರುವ ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆ ಇರುವ ವರ್ಗಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಹದಿನಾರು ಚದರ ಮೂಲಮಾನಗಳಿವೆ. ಕರ್ಣ (hypotenuse)ದ ಮೇಲೆ, ಅಂದರೆ ಲಂಬಕೋನದ ಅಭಿಮುಖ ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ವರ್ಗಾಕೃತಿಯ ಸಲೆ ಉಳಿದ ಎರಡು ಬಾಹುಗಳ ಮೇಲೆ ರಚಿಸಿದ ವರ್ಗಾಕೃತಿಗಳ ಸಲೆಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ. ಇದೇ ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಪ್ರಮೇಯ. 5, 12, 13 ಮತ್ತು 6, 8, 10 ಮೂಲಮಾನಗಳ ಉದ್ದವಿರುವ ಲಂಬಕೋನ ತ್ರಿಭುಜಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು 10ನೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿಯೇ ವಿಶದಪಡಿಸಿದೆ.

ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ABC ತ್ರಿಭುಜದಲ್ಲಿ $BC=a$, $CA=b$, $AB=c$ ಆದರೆ, $\angle ACB=90°$ ಆದಾಗ,

$$AB^2 = BC^2 + AC^2$$

ಅಥವಾ $c^2 = a^2 + b^2$

ಅಂದರೆ, AB ಕರ್ಣದ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ವರ್ಗದ ಸಲೆಯು BC ಮತ್ತು CAಗಳ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ವರ್ಗಗಳ ಸಲೆಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುವುದು (ಚಿತ್ರ 11).



ಚಿತ್ರ 11

$$c^2 = a^2 + b^2$$

ಈ ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ a, b, c ಗಳು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳೇ ಆಗಿರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಇವು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಾದಾಗ ಮಾತ್ರ a, b, c ಗಳನ್ನು ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯ ಎಂದು ಕರೆಯೋಣ.

3, 4, 5 ಎಂಬ ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯ ಒಂದರಿಂದಲೇ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಎರಡರಿಂದ ಗುಣಿಸಿದಾಗ ಬರುವ

6, 8, 10

ಅಥವಾ ಮೂರರಿಂದ ಗುಣಿಸಿದಾಗ ಬರುವ

9, 12, 15

ಇವೆಲ್ಲವೂ ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯಗಳೇ. ಏಕೆಂದರೆ

$$10^2 = 6^2 + 8^2 \text{ ಅಥವಾ } 100 = 36 + 64$$
$$15^2 = 9^2 + 12^2 \text{ ಅಥವಾ } 225 = 81 + 144$$

ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, K ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾದರೆ,

$$3K,\ 4K,\ 5K$$

ಇದು ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯವೇ.

ಏಕೆಂದರೆ $(5K)^2 = (3K)^2 + (4K)^2$

ಅಥವಾ $25K^2 = 9K^2 + 16K^2$

ಆದುದರಿಂದ 3, 4, 5 ಈ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯವನ್ನು ಮೂಲಭೂತವಾದ ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಇಂತಹ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಒಂದು ಕ್ರಮವುಂಟು. u ಮತ್ತು v ಎಂಬ ಯಾವುದಾದರೂ ಎರಡು ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ.

$$a = u^2 - v^2$$
$$b = 2\,u\,v$$

ಮತ್ತು $c = u^2 + v^2$ ಆಗಿರುವಂತೆ $a,\ b,\ c$ ಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ.

ಈಗ $a^2 + b^2$ ಬೆಲೆ ಏನೆಂದು ನೋಡಿ.

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 &= (u^2 - v^2)^2 + (2uv)^2 \\ &= u^4 - 2u^2v^2 + v^4 + 4u^2v^2 \\ &= u^4 + 2u^2v^2 + v^4 \text{ ಆಗುತ್ತದೆ.} \end{aligned}$$

ಈಗ c^2 ಬೆಲೆ ಏನೆಂದು ನೋಡಿ.

$$c^2 = (u^2 + v^2) = u^4 + 2u^2v^2 + v^4 \text{ ತಾನೆ ?}$$

ಅಂದರೆ $c^2 = a^2 + b^2$ ಆಗಿರುವುದು.

u ಮತ್ತು vಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ನ ಸಂಖ್ಯಾತ್ರಯಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

(i) $u = 2,\ v = 1$ ಆದರೆ,

$$\left.\begin{aligned} a &= u^2 - v^2 = 4 - 1 = 3 \\ b &= 2uv = 2 \times 2 \times 1 = 4 \\ c &= u^2 + v^2 = 4 + 1 = 5 \end{aligned}\right\} \quad (3,\ 4,\ 5)$$

(ii) $u=3,\ v=2$ ಆದರೆ

$$\left.\begin{array}{l} a=u^2-v^2=9-4=5 \\ b=2uv=2\times3\times2=12 \\ c=u^2+v^2=9+4=13 \end{array}\right\}\ (5,\ 12,\ 13)$$

(iii) $u=4,\ v=3$ ಆದರೆ

$$\left.\begin{array}{l} a=u^2-v^2=16-9=7 \\ b=2uv=2\times4\times3=24 \\ c=u^2+v^2=16+9=25 \end{array}\right\}\ (7,\ 24,\ 25)$$

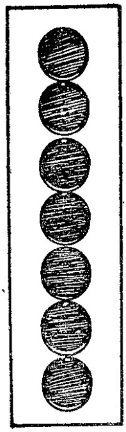
ಆದುದರಿಂದ $c^2=a^2+b^2$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕೆ ಸರಿಹೋಗುವಂತೆ a, b, c ಎಂಬ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಿರುವ ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಇವೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದಂತಾಯಿತು. ಈಗ a, b, c ಗಳ ಘಾತಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡರ ಬದಲು ಮೂರನ್ನು ಬರೆಯೋಣ, ಅಥವಾ ನಾಲ್ಕನ್ನು ಬರೆಯೋಣ. ನಮಗೆ ಬರುವ ಸಮೀಕರಣಗಳು $c^3=a^3+b^3$ ಅಥವಾ $c^4=a^4+b^4$ ಎಂಬ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವುವು. ಈ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಗೆ ಸರಿಹೋಗುವಂತೆ a, b, c ಎಂಬ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳು ಇರುತ್ತವೆಯೇ ಎಂಬುದು ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಇಂತಹ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಗೆ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಹಾರವು ಇಲ್ಲ. ಎಂದರೆ 3^3+4^3 ಎಂಬುದು ಮತ್ತೆ ಯಾವ ಪೂರ್ಣಾಂಕದ ಘನಕ್ಕೂ ಸಮನಾಗಿಲ್ಲ. 3^4+4^4 ಎಂಬುದು ಮತ್ತೊಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕದ ನಾಲ್ಕನೇ ಘಾತಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾದರೆ

$$c^n=a^n+b_n \quad (n \text{ ಧನಪೂರ್ಣಾಂಕ})$$

ಈ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕೆ ಸರಿಹೋಗುವ a, b, c ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳು ಇಲ್ಲವೇ ಇಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದೇ? ಇಲ್ಲವೆಂದೇ ತೋರುವುದು. ಆದರೆ ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಿ ತೋರಿಸಲು ಇದುವರೆಗೆ ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಮೇಲಿನ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಫರ್ಮ್ಯಾಟನ ಕೊನೆಯ ಪ್ರಮೇಯವೆಂದು ಕರೆಯುವರು.

ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು

ಆಯಾಕಾರ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಆಗಲೇ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಸೂಚಿಸುವಷ್ಟು ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ಆಯದ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿಡಬಹುದೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ನೋಡಿದೆವು. ಇಂತಹ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ (composite numbers)ಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಎರಡು ಅಪವರ್ತನಗಳು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ,



ಚಿತ್ರ 12.

15 = 3 × 5. ಪ್ರತಿ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ಐದು ಕಾಯಿಗಳಿರುವ ಮೂರು ಸಾಲುಗಳ ಆಯವು ಹದಿನೈದು ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಅಪವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಏಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಎರಡು ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಏಳು ಕೇರಂ ಕಾಯಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ಆಯದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಒಂದರ ಕೆಳಗೆ ಒಂದರಂತೆ ಏಳು ಕಾಯಿಗಳನ್ನಿಡಬಹುದು. ಆಗ ಒಂದೊಂದು ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಕಾಯಿಯು ಇರುವುದರಿಂದ ಏಳುಕಾಯಿಗಳೂ ಒಂದೇ ಸರಳ ರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಇರುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ 12).

ಹೀಗೆ ಒಂದು ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಆ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಒಂದು—ಇವುಗಳ ಹೊರತು ಬೇರೆ ಅಪವರ್ತನಗಳು ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಆ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅವಿಭಾಜ್ಯ (prime number) ಎಂದು ಕರೆಯುವೆವೆಂದು ಆಗಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, $2 = 2 \times 1$

$3 = 3 \times 1$

$5 = 5 \times 1$

$7 = 7 \times 1$

ಆದುದರಿಂದ 2, 3, 5, 7 — ಮುಂತಾದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳೇ. ಒಂದನ್ನು ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಿಲ್ಲ.

ಇಂತಹ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು ಎಷ್ಟಿವೆ ಎಂಬುದು ಮುಂದಿನ ಪ್ರಶ್ನೆ. 1, 2, 3, 4 — ಎಂದು ಎಣಿಸುತ್ತಾ ಹೋದಾಗಲೆಲ್ಲಾ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳು ಅನಂತವಾಗಿ ಉದ್ಭವವಾಗುತ್ತಲೇ ಹೋಗುವುವು. ಹೀಗೆಯೇ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳೂ ಅನಂತವಾಗಿವೆಯೇ ಎಂದು ವಿಚಾರ ಮಾಡಿ ನೋಡೋಣ. 2, 3, 5, 7 ಇವು ಒಂದರಿಂದ ಹತ್ತರೊಳಗೆ ಇರುವ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು. ಹತ್ತರಿಂದ ಇಪ್ಪತ್ತರ ಒಳಗೆ ಇರುವ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು 11, 13, 17, 19. ಇಪ್ಪತ್ತರಿಂದ ಮೂವತ್ತರ ಒಳಗೆ 23 ಮತ್ತು 29. ಕ್ರಮೇಣ ಇವು ತೀರ ವಿರಳವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುವುವು. ಆದರೂ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು ಅನಂತವಾಗಿವೆ ಎಂದು ಸಾಧಿಸಿ ತೋರಿಸಬಹುದು. ಯೂಕ್ಲಿಡ್ ಈ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಅನುಸರಿಸಿದ ಮಾರ್ಗಕ್ಕೆ ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವುಂಟು. ಇದನ್ನು ಪರೋಕ್ಷ ಸಾಧನಾ ಕ್ರಮ (method of indirect proof)ವೆಂದು ಕರೆಯುವರು. ಒಂದು

ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಸಾಧಿಸ ಬೇಕಾದರೆ, ಅದಕ್ಕೆ ವಿರೋಧವಾದ ಉಕ್ತಿಯು ಸುಳ್ಳು ಎಂದು ಸಾಧಿಸುವುದು **ಈ** ಕ್ರಮದಲ್ಲಿರುವ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ.

ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು ಅನಂತವಾಗಿವೆ ಎಂದು ನಾವು ಈಗ ಸಾಧಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಅನಂತವಾಗಿರದಿದ್ದರೆ **ಈ** ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಸಮೂಹವು ಸಾಂತವಾಗಿರಬೇಕಷ್ಟೆ. ಅಂದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಕೊನೆ ಇರಬೇಕು. ಸಾಂತವಾಗಿರಲು ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದು ತೋರಿಸಿದರೆ ಅನಂತವೆಂದು ಸಾಧಿಸಿದಂತೆ ಆಯಿತು.

ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು ಅನಂತವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅವು ಸಾಂತ. **ಅಂದರೆ,** ಇರುವ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಎಣಿಸಬಹುದಷ್ಟೆ? ಅವು

$$p_1, p_2, p_3, \text{———} p_n \text{ ಆಗಿವೆ ಎನ್ನಿ.}$$

ಇವುಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಒಂದನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಅದನ್ನು N ಎಂದು ಕರೆಯೋಣ.

$$\text{ಅಂದರೆ, } N = p_1 p_2 p_3 \cdots p_n + 1$$

N ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ $p_1, p_2, \cdots p_n$ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದರಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೂ ಶೇಷವು ಒಂದಕ್ಕೆ ಸಮ. ಆದುದರಿಂದ N ಎಂಬ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯೇ ಒಂದು ಹೊಸ ಅವಿಭಾಜ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು. ಇಲ್ಲವೇ $p_1, p_2, \cdots\cdots p_n$ ಯಾವೂ ಅಲ್ಲದ ಒಂದು ಹೊಸ ಅವಿಭಾಜ್ಯದಿಂದ ಅದು ಭಾಗವಾಗಬೇಕು. ಹೇಗಿದ್ದರೂ ಈ ಕ್ರಮದಿಂದ ಒಂದು ಹೊಸ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಿಕ್ಕಿದಂತೆ ಆಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು ಸಾಂತವೆಂಬ ಭಾವನೆ ತಪ್ಪು. ಅಂದರೆ ಅವು ಅನಂತವಾಗಿಯೇ ಇರಬೇಕು.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಕ್ರಮವನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉದಾಹರಣೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು 2, 3, 5, 7— ನಾಲ್ಕೇನಾಲ್ಕು ಎಂದು ಭಾವಿಸಿ. ಈಗ ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಗುಣಿಸಿ ಬಂದ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಒಂದನ್ನು ಸೇರಿಸಿ.

$$\begin{aligned} N &= (2 \times 3 \times 5 \times 7) + 1 \\ &= 210 + 1 \\ &= 211 \end{aligned}$$

ಈಗ 211 ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ, 2, 3, 5, 7 ಈ ನಾಲ್ಕು ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೂ ಅಪವರ್ತನವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ 211ಅನ್ನು ಈ ನಾಲ್ಕರಲ್ಲಿ ಯಾವುದರಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೂ ಶೇಷ ಒಂದು. ಆದುದರಿಂದ 211 ಎಂಬುದೇ ಒಂದು ಹೊಸ ಅವಿಭಾಜ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು. ಅಥವಾ 211 ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಅಪವರ್ತನಗಳಲ್ಲಿ 2, 3, 5, 7—ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಒಂದು ಹೊಸ ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರಬೇಕು. ಅಂದರೆ 2, 3, 5, 7 ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೊಂದು ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಇದೆ ಎಂದಾಯಿತಷ್ಟೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ 211 ಎಂಬುದೇ ಒಂದು ಅವಿಭಾಜ್ಯವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.

ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಏಳನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿದ್ದ ಎರಟಾಸ್ಥನೀಸ್ (Eratosthenes) ಎಂಬ ಗ್ರೀಕ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಒಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿದ. ಇವನ್ನು ಮುಂದನೆ ಪುಟದಲ್ಲಿರುವ 13ನೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಉಪಕರಣವನ್ನು 'ಎರಟಾಸ್ತನೀಸನ ಜರಡಿ (sieve of Eratosthenes)' ಎನ್ನುವರು.

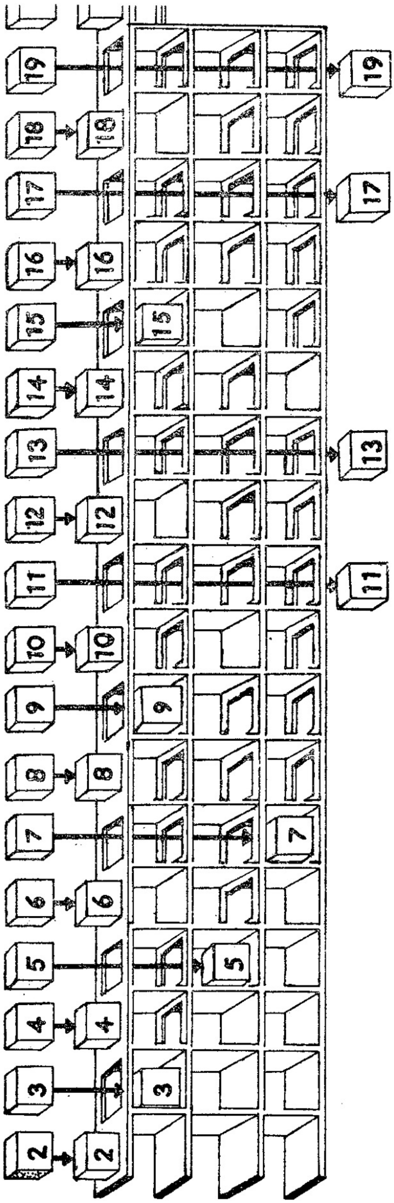
ಚಿತ್ರದ ಮೇಲೆ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10—ಮುಂತಾದ ಎಲ್ಲಾ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನೂ ಬರೆದಿದೆ. (*a*) ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿರುವ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಿಟ್ಟು ಒಂದರಂತೆ ತೂತುಗಳಿವೆ. ಈ ಹಂತವು ಮೊದಲನೇ ಅವಿಭಾಜ್ಯವಾದ 2 ಮತ್ತು ಅದರ ಅಪವರ್ತ್ಯಗಳಾದ 4, 6, 8, 10 — ಅಂದರೆ, 2 ರಿಂದ ನಿಶ್ಶೇಷವಾಗಿ ಭಾಗವಾಗುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ತಡೆದು ಉಳಿದ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನು ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ (*b*) ಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿಡುವುದು. ಹೀಗೆ ಬಂದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ (*b*) ಹಂತವು ಮೂರರಿಂದ ನಿಶ್ಶೇಷವಾಗಿ ಭಾಗವಾಗುವ ಸಂಖ್ಯೆ ಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ತಡೆದು ಉಳಿದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ (*c*) ಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿಡುವುದು. ಹೀಗೆ ಬಂದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ (*c*) ಹಂತವು 5 ರಿಂದ ಭಾಗವಾಗುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ತಡೆದು ಉಳಿದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ (*d*) ಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿಡುವುದು. ಇತ್ಯಾದಿ.

ಪ್ರತಿ ಹಂತವೂ ತಡೆಯುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಹೀಗಿರುತ್ತವೆ:

(*a*) 2, 4, 6, 8, 10, 12 —
(*b*) 3, 9, 15, 21, —
(*c*) 5, 25, 35, —
(*d*) 7, 49, —

ಪ್ರತಿ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವ ಮೊದಲನೇ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ಅವಿಭಾಜ್ಯ.

ಅವಿಭಾಜ್ಯವಲ್ಲದ ಒಂದು ಪೂರ್ಣಾಂಕವನ್ನು, ಅಂದರೆ ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅಪವರ್ತನ ಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಅದನ್ನು ಕೆಲವು ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಬಹುದು. ಒಂದು ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಒಂದೇ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವನ್ನಾಗಿ ಅಪವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂಬ ಪ್ರಮೇಯಕ್ಕೆ ಅಂಕಗಣಿತದ ಮೂಲಭೂತ ಪ್ರಮೇಯ(Fundamental theorem of arithmetic) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸುವ ರೀತಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾದುದು. ಇದರ ಸಾರಾಂಶವನ್ನು ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಶದಪಡಿಸಬಹುದು:



ಚಿತ್ರ 13

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, $360 = 8 \times 9 \times 5$

$= (2 \times 2 \times 2) \times (3 \times 3) \times 5$ ಇದನ್ನು

$= 2^3 \times 3^2 \times 5^1$ ಹೀಗೆ ಬರೆಯುತ್ತೇವೆ.

360ರ ಅಪವರ್ತನಗಳನ್ನು ಯಾವ ಕ್ರಮದಲ್ಲಾದರೂ ಬರೆಯಬಹುದು.

$$360 = 8 \times 9 \times 5 = 2^3 \times 3^2 \times 5^1$$
$$= 9 \times 8 \times 5 = 3^2 \times 2^2 \times 5^1$$
$$= 5 \times 9 \times 8 = 5^1 \times 3^2 \times 2^3$$

ಕ್ರಮದಲ್ಲಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಗಮನಿಸುವುದು ಬೇಡ. ಹೇಗೆ ಬರೆದರೂ

2ರ ಘಾತವು 3
3ರ ಘಾತವು 2
5ರ ಘಾತವು 1

ಹೇಗೆ ಬರೆದರೂ 2, 3, 5 ಎಂಬ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳೇ ಅಪವರ್ತನದಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತವೆ ಮತ್ತು 2 ಎಂಬ ಅವಿಭಾಜ್ಯದ ಘಾತ 3. 3 ಎಂಬ ಅವಿಭಾಜ್ಯದ ಘಾತ 2. 5 ಎಂಬ ಅವಿಭಾಜ್ಯದ ಘಾತ 1.

ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿದ್ದ ಗೋಲ್ಡ್‌ಬಾಕ್ (Gold bach) ಎಂಬುವನು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಮಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೂ ಎರಡು ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳ ಮೊತ್ತದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯಬಹುದೆಂಬ ವಿಷಯವನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ್ದನು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ,

$$4 = 2 + 2$$
$$6 = 3 + 3$$
$$8 = 3 + 5$$
$$20 = 7 + 13$$

ಎಲ್ಲಾ ಸಮಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಈ ಪ್ರಮೇಯದ ಸತ್ಯತೆಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಿ ತೋರಿಸಬೇಕೆಂದು ಸಮಕಾಲೀನನಾದ ಆಯಿಲರ್ ಎಂಬ ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನನ್ನು ಗೋಲ್ಡ್‌ಬಾಕ್ ಕೇಳಿಕೊಂಡನು. ಈ ಪ್ರಮೇಯವು ಎಲ್ಲಾ ಸಮ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲವಾದರೆ, ಅಂತಹ ಸಮಸಂಖ್ಯೆಯ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನಾದರೂ ಆಯಿಲರ್ ತೋರಿಸಿಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಎರಡು ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳ ಮೊತ್ತವನ್ನಾಗಿ ಬರೆಯಲು ಅಸಾಧ್ಯವಾದ ಒಂದೇ ಒಂದು ಸಮ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದರೂ ಪ್ರಮೇಯವು ಅಸತ್ಯವೆಂದು ಸಾಧಿಸಿದಂತೆ ಆಗುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ಆಯಿಲರ್‌ಗೆ ಎರಡೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಎಲ್ಲ

ಸಮಸಂಖ್ಯೆಗಳೂ ಎರಡು ಅವಿಭಾಜ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮೊತ್ತವೆಂಬ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸುವುದೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ; ಈ ಉಕ್ತಿಗೆ ಹೊರತಾದ ಒಂದು ಸಮಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿ ನೀಡುವುದೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಇದುವರೆಗೆ ಇದು ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಿಡಿಸಲಾಗದ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿ ಉಳಿದಿದೆ.

ಇಂತಹ ಮತ್ತೊಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪ ಮಾಡುವುದು ಉಚಿತ. ಒಂದು ಅವಿಭಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಎರಡನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಮತ್ತೊಂದು ಅವಿಭಾಜ್ಯವು ಬರುವ ನಿದರ್ಶನಗಳು ಅನೇಕವಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, 3, 5 ; 11, 13 ; 29, 31 ; ಇತ್ಯಾದಿ. p ಮತ್ತು $p+2$ ರೂಪದ ಇಂತಹ ಅವಿಭಾಜ್ಯಗಳು ಎಷ್ಟಿವೆ? ಅನಂತವಾಗಿವೆ ಎಂಬುದೊಂದು ಊಹೆ. ಆದರೆ ಈ ಊಹೆಯು ಸತ್ಯವೆಂದಾಗಲೀ ಅಸತ್ಯವೆಂದಾಗಲೀ ತೋರಿಸಲು ಇದುವರೆಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ.

ವಿಜ್ಞಾನ ವಾರ್ತೆ

ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನಗಳು

1969ರ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಅಮೆರಿಕದ ಮುರ್ರೆ ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ನಾರ್ವೆಯ ಆಡ್ ಹ್ಯಾಸೆಲ್ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಡೆರೆಕ್ ಎಚ್. ಆರ್. ಬಾರ್ಟನ್‌ರವರು ಗಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಅಮೆರಿಕದ ಮ್ಯಾಕ್ಸ್ ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್ (ಜನ್ಮಭೂಮಿ, ಜರ್ಮನಿ), ಸ್ಯಾಲ್ವಡಾರ್ ಇ. ಲೂರಿಯ (ಜನ್ಮಭೂಮಿ, ಇಟಲಿ) ಮತ್ತು ಆಲ್ಫ್ರೆಡ್ ಡಿ. ಹರ್ಷಿ ಅವರಿಗೆ ಹಂಚಲಾಗಿದೆ.

ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿರುವ ಮುರ್ರೆ ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರು 1929ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದರು. ತಮ್ಮ ಹದಿನೈದನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಅವರು ಯೇಲ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯುವನ್ನು ಸೇರಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರು. ತರುವಾಯ 1948 ರಲ್ಲಿ ಮೆಸಾಚುಸೆಟ್ಸ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿ 1950ರಲ್ಲಿ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಡಿಗ್ರಿಯನ್ನು ಪಡೆದರು. ಅವರು ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್‌ನ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬರುವ ಮುನ್ನ ಪ್ರಿನ್ಸ್‌ಟನ್‌ನ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಅಫ್ ಅಡ್ವಾನ್ಸ್‌ಡ್ ಸ್ಟಡಿ, ಹಾಗೂ ಚಿಕಾಗೊ ಮತ್ತು ಕೊಲಂಬಿಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರ ಸಂಶೋಧನಾಕ್ಷೇತ್ರ 'ಮೂಲಕಣಗಳು' (Elementary particles). ಕಳೆದ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರ ಎಷ್ಟು ಅಗಾಧವಾಗಿ ಬೆಳೆದಿದೆಯೆಂದರೆ, ಅದು ಹಲವಾರು ಶಾಖೆಗಳಾಗಿ ಕವಲೊಡೆದು, ಅದರ ಒಂದು ಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಪರಿಣತರಿಗೆ ಆ ಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪೂರ್ಣ ಪರಿಚಯ ಪಡೆಯುವುದೇ ದುಸ್ತರವಾಗಿ ಹೋಗಿ, ಉಳಿದ ಶಾಖೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಪರಿಚಯವೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರೊ. ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೆಂದರೆ, ಮೂಲಕಣ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಎಲ್ಲ ಶಾಖೆಗಳ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಇಂದು ಅಧಿಕಾರಯುತವಾಗಿ ಮಾತನಾಡಬಲ್ಲ ಜಗತ್ತಿನ ಏಕೈಕ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎಂದರೆ ಬಹುಶಃ ಅವರೇ ಎನ್ನಬಹುದು. 1961ರಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಒಂದು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮ್ಮೇಳನದಲ್ಲಿ ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ವಿವಿಧ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಸಮೀಕ್ಷೆ ನಡೆಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಐದಾರು

ಜನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಆರಿಸಬೇಕೆಂದು ಯೋಚಿಸಿದಾಗ, ಹೆಸರುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿಪುಲವಾದ ಚರ್ಚೆ ನಡೆದು, ಕೊನೆಗೆ ಯಾರದೋ ಸೂಚನೆಯ ಮೇರೆಗೆ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರಿಗೇ ಒಪ್ಪಿಸಿದರಂತೆ. ಅವರು ಎರಡು ಗಂಟೆಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ಶಾಖೆಗಳ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಅತ್ಯಂತ ಸಮರ್ಪಕವಾದ ಸಮೀಕ್ಷೆ ನಡೆಸಿದರಂತೆ.

ಗೆಲ್–ಮಾನ್‌ರವರಿಗೆ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ದೊರೆತ ಬಗ್ಗೆ ಯಾರಿಗೂ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಕಳೆದ ಐದಾರು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕಾರು ಜನ ಪ್ರಮುಖ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೇರಿದರೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೇಳಿಬರುತ್ತಿದ್ದ ಒಂದು ಮಾತು: "ಈ ಸಲವೇನಾದರೂ ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರಿಗೆ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ದೊರೆತೀತೋ" ಎಂಬುದು.

"ಮೂಲಕಣಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಮಾಡಿದ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳಿಗಾಗಿ" ಅವರಿಗೆ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ತಾತ್ವಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಅವರು ನೀಡಿದ ಮೊತ್ತಮೊದಲ ಪ್ರಮುಖ ಕೊಡುಗೆ 1953ರಲ್ಲಿ. ಆಗ ಅವರಿಗೆ 24 ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸು, ಪಿಎಚ್. ಡಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದು ಎರಡು ವರ್ಷವಾಗಿತ್ತು. 1953ರ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಡೆ ಹೊಸದಾಗಿ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿದ್ದ ಅಧಿಕಶಕ್ತಿಯ ವೇಗವರ್ಧಕಗಳು (High energy accelerators) ಹೊಸ ಹೊಸ ಉಪಪರಮಾಣು ಕಣಗಳನ್ನು (Subatomic particles) ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಿದ್ದುವು. ಅವುಗಳ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಗೊಂದಲ ಉಂಟುಮಾಡುವಂತಿತ್ತು. ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರು ಅವುಗಳನ್ನು ವರ್ಗೀಕರಿಸಿ ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ –2,–1,0,+1,+2 ಮುಂತಾದ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟರು. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಅವರು 'ವಿಚಿತ್ರತೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆ'ಗಳೆಂದು (Strangeness quantum numbers) ಕರೆದರು. ಕಣಗಳ ವಿಚಿತ್ರತೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ಕಣಗಳು ಪರಸ್ಪರ ವರ್ತಿಸಿ ಹೊಸ ಕಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಬಲ್ಲುವು, ಯಾವ ಯಾವ ಕಣಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ತೀರ್ಮಾನಿಸಬಹುದು ಎಂದು ಅವರು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು.

ಹೊಸ ಕಣಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪತ್ತೆಯಾದಂತೆ 1961ರಲ್ಲಿ ಗೆಲ್–ಮಾನ್‌ರವರು ಈ ಎಲ್ಲಕಣಗಳನ್ನೂ ಎಂಟು ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಿಸಬಹುದು ಎಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಈ ವರ್ಗೀಕರಣ ವಿಧಾನದಿಂದ ಇನ್ನೂ ಹೊಸ ಕಣಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವದ ಬಗ್ಗೆ ಅವರು ಭವಿಷ್ಯ ನುಡಿದರು. ಹಾಗೆ ಮುನ್ಸೂಚನೆ ಹೇಳಿದ "ಒಮೆಗ ಮೈನಸ್" ಎಂಬ ಕಣವನ್ನು ಕ್ಷಿಪ್ರದಲ್ಲಿಯೇ ಬ್ರೂಕ್‌ಹೇವನ್ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿಯಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲಾಯಿತು.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ ಒಂದು ಹೊಸ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈಗ 'ಮೂಲಕಣ' ಎನ್ನಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಣವೂ ಇನ್ನೂ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಮೂರು ಮೂರು ಕಣಗಳಿಂದ ಆಗಿದೆ ಎಂಬುದು ಅವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಈ 'ಉಪ ಮೂಲಕಣ'ಗಳಿಗೆ (ಅವುಗಳಿಗೆ ಈ ಹೆಸರು ಕೊಡಬಹುದೇ?) ಅವರು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಹೆಸರು "ಕ್ವಾರ್ಕ್". ಈ ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನೆಂದರೆ, ಅವುಗಳ ಮೇಲಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶವು ಇದುವರೆಗೆ ವಿದ್ಯುದಂಶದ ಮೂಲಮಾನವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿದ್ಯುದಂಶ (-1) ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನ್ ವಿದ್ಯುದಂಶ (+1) ಗಳ ಭಿನ್ನಾಂಶಗಳಾದ $-\frac{1}{3}, -\frac{2}{3}, +\frac{1}{3}$ ಮತ್ತು $+\frac{2}{3}$ ಆಗಿರುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿರುವ ಮೂರು ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳ ವಿದ್ಯುದಂಶ $-\frac{1}{3}, -\frac{1}{3}$ ಮತ್ತು $+\frac{2}{3}$ ಆಗಿರಬೇಕು. ಈ ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಮಾಡಬೇಕೆಂದು ಈಗ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ಮೇಘಮಂದಿರದ (Cloud chamber) ಸಹಾಯದಿಂದ ಪಡೆದ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ (High energy cosmic rays) ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿರುವ ಕೆಲವು ಜಾಡುಗಳು ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳದ್ದೇ ಇರಬೇಕೆಂದು ಕ್ವಾರ್ಕ್‌ಗಳ ಬೇಟೆ ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ಕೆಲವು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರೇ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಸಂದೇಹ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಪ್ರೊ. ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರ ಆಸಕ್ತಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿಲ್ಲ. ಚಿಕ್ಕಂದಿನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ತಂದೆಯ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಭಾಷೆಗಳನ್ನು ಕಲಿಯುವುದರಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ವಹಿಸಿದ ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರು ಈಗ ಹಲವಾರು ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಮಾತನಾಡುತ್ತಾರೆ. ಭಾಷಾವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ (Linguistics) ಅವರಿಗೆ ಆಳವಾದ ಪಾಂಡಿತ್ಯವಿದೆಯಂತೆ. ಅವರ ಅಣ್ಣ ಬೆನೆಡಿಕ್ಟ್‌ರವರ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಅವರು ಬಾಲ್ಯದಲ್ಲಿಯೇ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಪಡೆದರು. ಪಕ್ಷಿಗಳ ಜೀವನ ಕ್ರಮವನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡುವುದು ಅವರ ಮುಖ್ಯ ಹವ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲೊಂದು. ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಅವರು ಪರಿಸರ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ (Problems of environment) ಬಗ್ಗೆ ವಿಶೇಷ ಆಸಕ್ತಿ ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಗೆಲ್-ಮಾನ್‌ರವರು ಅಮೆರಿಕದ ಅಧ್ಯಕ್ಷರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಲಹಾಸಮಿತಿಯ ಸದಸ್ಯರಲ್ಲೊಬ್ಬರು.

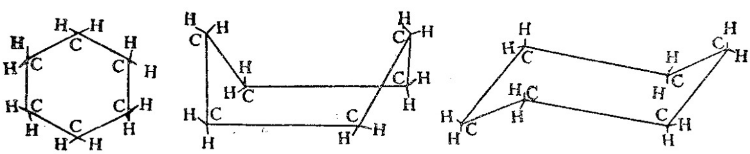
ಆಡ್ ಹ್ಯಾಸೆಲ್ ಮತ್ತು ಡೆರೆಕ್ ಬಾರ್ಟನ್‌ರವರಿಗೆ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ನೀಡಿದ್ದು "ಅಣುವಿನ್ಯಾಸದ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಿ ಅವನ್ನು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಅನ್ವಯಿಸಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ".

ಸಾವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳ ರಚನೆಗೆ ವಿಶೇಷ ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯವಿದೆ. ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಹೇಗೆ ಬಂಧಿತವಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬರೆದಾಗ ಅಣು ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿರುವ

ಭಾವನೆ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಕಾಗದದ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಉದ್ದ, ಅಗಲ–ಈ ಎರಡು ವಿಮಿತಿಗಳನ್ನು (Two dimensions) ಮಾತ್ರ ಸೂಚಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಅಣುವಿಗೆ ಮೂರು ವಿಮಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪಸರಿಸಿಕೊಂಡ ಘನಾಕೃತಿ ಇರಬೇಕಷ್ಟೆ? 1930-40ರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಚಪ್ಪಟಿ ಸೂತ್ರಗಳು ಹೋಗಿ 1950-60ರಲ್ಲಿ ತ್ರಿವಿಮಿತೀಯ (Three dimensional) ಸೂತ್ರಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿರುವುದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ಹ್ಯಾಸೆಲ್ ಮತ್ತು ಬಾರ್ಟನ್‌ರವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು.

ಅಣುಗಳು ತಾಳುವ ಘನಾಕೃತಿಗೆ ವಿನ್ಯಾಸ (Conformation) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಬಾರ್ಟನ್‌ರವರ ಪ್ರಕಾರ “ಅಣುಗಳು ತಾಳುವ ಘನಾಕೃತಿ ಅಥವಾ ವಿನ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಅವುಗಳ ಭೌತ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದೇ ವಿನ್ಯಾಸ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ (Conformational analysis)”

ಅಣುಗಳ ಘನಾಕೃತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಪ್ರಸ್ತಾಪಮಾಡಿದವರು ಸಾಕ್ಸೆ (Sachse) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಸೈಕ್ಲೊಹೆಕ್ಸೇನ್ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿನ ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ವೇಲೆನ್ಸಿ ಬಂಧಗಳು ತಮಗೆ ಸಹಜವಾದ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡರೆ, ಆ ಅಣು ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಘನಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ತಾಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆಯೆಂದು ಅವರು 1890ರಲ್ಲೇ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಆ ಎರಡು ಘನಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಅವರು ಕುರ್ಚಿ ಮಾದರಿ (Chair model) ಮತ್ತು ದೋಣಿ ಮಾದರಿ (Boat model)ಗಳೆಂದು ಕರೆದರು. ಆದರೆ ಅಂತಹ ಎರಡು ಸಮಾಂಗಿಗಳು



ಚಪ್ಪಟಿ ಮಾದರಿ ದೋಣಿ ಮಾದರಿ ಕುರ್ಚಿ ಮಾದರಿ

(Isomers) ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಇರುವುವೆಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಖಚಿತ ಪುರಾವೆಗಳು ದೊರೆಯಲಿಲ್ಲ. 1918ರಲ್ಲಿ ಮೋರ್ (Mohr)ರವರೂ 1925ರಲ್ಲಿ ಹುಕೆಲ್ (Huckel)ರವರೂ ಈ ಭಾವನೆಗಳಿಗೆ ಪುನರ್ಜೀವಕೊಡಲು ಯತ್ನಿಸಿದರಾದರೂ ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಗತಿ ಸಾಧಿಸಲಿಲ್ಲ. ಈ ಬಗ್ಗೆ 1930ರಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡವರು ಆಡ್ ಹ್ಯಾಸೆಲ್‌ರವರು.

ಧ್ರುವಯುಗ್ಮಗಳ (Dipole moments) ಅಳತೆ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನಮನ (Electron diffraction) ಮುಂತಾದ ಆಧುನಿಕ ಭೌತ

ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಹ್ಯಾಸೆಲ್‌ರವರು ಸೈಕ್ಲೊಹೆಕ್ಸೇನ್ ಅಣುವಿನ್ಯಾಸದ ಬಗ್ಗೆ ಸವಿಸ್ತಾರವಾದ ಮತ್ತು ಮಹತ್ವಪೂರಿತ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರು. ಆದರೆ, ಭಾಷೆಯ ಅಡಚಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಬಹು ಕಾಲದವರೆಗೂ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬರಲಿಲ್ಲ. 1950ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದ ಬಾರ್ಟನ್‌ರವರ ಸಂಶೋಧನೆ ಗಳಾದರೋ ಸಾವಯುವ ರಸಾಯುನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೇಲೆ ಕ್ರಾಂತಿಕರ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರಿದುವು.

ಹ್ಯಾಸೆಲ್‌ರವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗಿಂತ ಬಾರ್ಟನ್‌ರವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಇನ್ನೊಂದು ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವಿದೆ. ಹ್ಯಾಸೆಲ್‌ರವರು ಭೌತರಸಾಯುನ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಆದುದರಿಂದ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆ ಅಣುಗಳ ಘನಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿತ್ತು. ಬಾರ್ಟನ್ ರವರಾದರೋ ಸಾವಯುವ ರಸಾಯುನ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಆದುದರಿಂದ ಅವರು ಅಣುಗಳ ರಾಸಾಯುನಿಕ ಪಟುತ್ವ (Chemical reactivity) ಮತ್ತು ರಾಸಾಯುನಿಕ ಕ್ರಿಯಾ ವಿನ್ಯಾಸ (Reaction mechanism)ಗಳಿಗೂ ಅಣುಗಳ ಘನಾಕೃತಿಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧದ ಕಡೆ ಗಮನ ಹರಿಸಿದರು.

ವಿನ್ಯಾಸ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯ ತತ್ವಗಳು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಉತ್ಪನ್ನಗಳಾದ ಸಾವಯುವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ರಚನಾನಿರ್ಣಯ (Structure elucidation), ಅವುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ (Synthesis) ಮುಂತಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಮೇಲೆ ವ್ಯಾಪಕವಾದ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿವೆ. ವುಡ್‌ವರ್ಡ್‌ರವರು ಸರ್ಪಗಂಧಿಯ ಮುಖ್ಯ ಸತ್ವಗಳಲ್ಲೊಂದಾದ ರೆಸರ್ಪೀನ್ ಎಂಬ ಕ್ಷಾರಾಭದ (Alkaloid) ಸಂಪೂರ್ಣ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಸಾಧಿಸಲು ವಿನ್ಯಾಸ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ತತ್ವಗಳು ವಿಶೇಷ ನೆರವು ನೀಡಿದು ವೆಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಮರಿಸಬಹುದು.

ಆಡ್ ಹ್ಯಾಸೆಲ್‌ರವರು ಜನಿಸಿದ್ದು 1897ರಲ್ಲಿ. ಅವರು ಆಸ್ಲೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯುದಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿ 1920ರಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಂಡ್. ರಿಯುಲ್. (Cand. Real.) ಡಿಗ್ರಿ ಪಡೆದರು. ತರುವಾಯ 1924ರಲ್ಲಿ ಬರ್ಲಿನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯುದ ಡಿ. ಫಿಲ್ (D. Phil) ಡಿಗ್ರಿ ಗಳಿಸಿದರು. 1925ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಆಸ್ಲೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾ ನಿಲಯುದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕವೃತ್ತಿ ಕೈಗೊಂಡರು. 1934ರಲ್ಲಿ ಅವರನ್ನು ಭೌತ ರಸಾಯುನ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದ ನಿರ್ದೇಶಕರನ್ನಾಗಿ ನೇಮಿಸಲಾಯಿತು. ಆ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಅವರು ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಕಾಲ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿ 1964ರಲ್ಲಿ ನಿವೃತ್ತ ರಾದರು. ಆದರೆ ಆ ಮಧ್ಯೆ, 1943–45ರ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಾಜಿಗಳು ನಾರ್ವೆ ದೇಶವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡಾಗ, ಆಸ್ಲೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯುವನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ ಹ್ಯಾಸೆಲ್‌ರವರನ್ನು ಬಂಧನದಲ್ಲಿಟ್ಟಿದ್ದರು.

ಕೋಪನ್‌ಹೇಗನ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟಾಕ್‌ಹೋಂ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯುಗಳು

ಹ್ಯಾಸೆಲ್‌ರವರಿಗೆ ಗೌರವ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಕೊಟ್ಟು ಸನ್ಮಾನಿಸಿವೆ. ಅವರು ನಡೆಸಿದ ಮಹತ್ವಪೂರಿತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗಾಗಿ ಅವರಿಗೆ ಗಿನೆರಸ್ ಪದಕ ಮತ್ತು ಗುಲ್ಡ್‌ಬರ್ಗ್–ವಾಗೆ ಪದಕಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಬಾರ್ಟನ್‌ರವರು 1918ರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದರು. 1940ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಇಂಪೀರಿಯಲ್ ಕಾಲೇಜ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಅಂಡ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಸಂಗಮಾಡಿ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯನ್ನೂ ತರುವಾಯ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಯನ್ನೂ ಅನಂತರ ಲಂಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯನ್ನೂ ಪಡೆದರು. 1942-45ರ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅವರು ಯುದ್ಧ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದು, ಯುದ್ಧ ಮುಗಿದ ಮೇಲೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಅಧ್ಯಾಪಕ ವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. 1949-50ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕದ ಹಾರ್ವರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಆಹ್ವಾನಿತ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿಯೂ, 1950–57ರ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಲಂಡನ್ನಿನ ಬರ್ಕ್‌ಬೆಕ್ ಕಾಲೇಜು ಮತ್ತು ಗ್ಲಾಸ್ಗೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿಯೂ ಕೆಲಸಮಾಡಿ, 1957ರಿಂದ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಇಂಪೀರಿಯಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ.

ಬಾರ್ಟನ್‌ರವರು ಹಲವಾರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳ ಗೌರವ ಪದವಿಗಳನ್ನೂ ಅನೇಕ ಪ್ರಶಸ್ತಿಗಳನ್ನೂ ಗಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮಾಂಟ್ ಪೆಲಿಯರ್ ಮತ್ತು ಡಬ್ಲಿನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳು ನೀಡಿರುವ ಗೌರವ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿಗಳನ್ನೂ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯು ನೀಡಿದ ಡೇವಿ ಪದಕವನ್ನೂ ಹೆಸರಿಸಬಹುದು.

ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್, ಲೂರಿಯ ಮತ್ತು ಹರ್ಷಿಯವರಿಗೆ "ವೈರಸ್‌ಗಳ ಪುನಃ ಪ್ರತಿಕರಣದ ಕ್ರಿಯಾವಿನ್ಯಾಸ (Mechanism of replication) ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಅನುವಂಶಿಕ ರಚನೆಯ (Genetic structure) ಬಗ್ಗೆ ನಡೆಸಿದ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳಿಗಾಗಿ" ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ನೀಡಲಾಯಿತು.

ಮ್ಯಾಕ್ಸ್ ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್‌ರವರು ಹುಟ್ಟಿದ್ದು ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲಿ. ಅವರು ಗಾಟಿಂಗೆನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿದ್ದು ತಾತ್ವಿಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು (Theoretical physics). 1930ರಲ್ಲಿ ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿ ಪಡೆದ ತರುವಾಯ ಅವರು ಕೋಪನ್‌ಹೇಗನ್‌ಗೆ ತೆರಳಿ ವಿಖ್ಯಾತ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರ್‌ರವರಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ವ್ಯಾಸಂಗವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದರು. ಸಜೀವ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಂತೆ, ಅವರು ಹೈಸನ್‌ಬರ್ಗ್‌ರವರ ಅನಿಶ್ಚಿತಾ ತತ್ವ (Uncertainty priniciple)ದಂಥ ಒಂದು ತತ್ವವನ್ನು ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರ್‌ರವರು ಭವಿಷ್ಯ ನುಡಿದರಂತೆ. ಈ ಭಾವನೆಯಿಂದ ಆಕರ್ಷಿತರಾದ ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್‌ರವರು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಬೇಕೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿದರಂತೆ.

ಅಂತೆಯೇ ಅವರು 1937ರಲ್ಲಿ ರಾಕ್‌ಫೆಲರ್ ಪ್ರತಿಷ್ಠಾನದಿಂದ ಒಂದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿವೇತನ ಪಡೆದು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನದ ವ್ಯಾಸಂಗ ನಡೆಸಲು ಅಮೆರಿಕದ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್‌ಗೆ ತೆರಳಿದರು. ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಪ್ರದಾಯಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಸಜೀವವಸ್ತುವಿನ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳ ನಿದರ್ಶನವೊಂದನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂದು ಹವಣಿಸಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯೊಫೇಜ್‌ಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಂಡರು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗೆ ತಗಲುವ ವೈರಸ್‌ಗಳಿಗೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯೋಫೇಜ್ ಎಂದು ಹೆಸರು ; ಈ ಹೆಸರನ್ನು ಚುಟುಕು ಮಾಡಿ ಫೇಜ್ ಎನ್ನುವುದೂ ಉಂಟು. ಫೇಜ್‌ಗಳು ವೃದ್ಧಿಯಾಗುವುದನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವ ಒಂದು ತಂತ್ರವನ್ನು ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಸೂಕ್ತ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಿರುವ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮವನ್ನು ಗಾಜಿನ ತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಬೆಳೆಸಿದರೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕೋಶಗಳು ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಾಗಿ ಹರಡಿಕೊಂಡು ದ್ರವ ಮುಸುಕುಗಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಸಮುದಾಯದ ಮೇಲೆ ವೈರಸ್ ಕಣಗಳು ತೇಲಾಡುವ ಸ್ವಲ್ಪ ನೀರನ್ನು ಹರಡಿದರೆ, ವೈರಸು ಕಣ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಹೊಕ್ಕು ಜೀವಕೋಶದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅನೇಕ ಸ್ವಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆಗ ಜೀವಕೋಶ ಬಿರಿದು ಹೊಸ ವೈರಸ್ ಕಣಗಳು ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಇವು ಪುನಃ ಬೇರೆ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಹೊಕ್ಕು ಅವುಗಳನ್ನು ನಾಶಪಡಿಸುತ್ತವೆ. ಕ್ರಮೇಣ ದ್ರವದ ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಮುಸುಕು ಕಣ್ಮರೆಯಾಗಿ, ಅಲ್ಲಿ ದ್ರವ ತಿಳಿಗಟ್ಟಿ, ತಿಳಿ ದ್ರವದ ಒಂದು 'ಬಿಲ್ಲೆ' ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ 'ಬಿಲ್ಲೆ ವಿಧಾನ' (Plaque technique) ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಫೇಜ್‌ಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ 100 ಸ್ವಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಒಂದು ಫೇಜ್‌ಗೆ ಕೇವಲ 20 ನಿಮಿಷ ಸಾಕು ಎಂದು ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್ ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದರು.

ಇಟಲಿ ದೇಶದವರಾದ ಲೂರಿಯರವರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿದೆಸೆಯಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಿದ್ದು ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು. ಅವರು ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್‌ರವರನ್ನು ಮೊದಲು ಭೇಟಿಯಾದದ್ದು 1940ರಲ್ಲಿ. ಕೆಲಕಾಲ ಅವರಿಬ್ಬರೂ ವ್ಯಾಂಡೆರ್‌ಬಿಲ್ಟ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರು. ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ 1943ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಆವಿಷ್ಕಾರ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಕ್ಕೆ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೈರಸ್ ತಗಲಬಲ್ಲದು ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಅದೇ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದಿಂದ ಹಲವಾರು ಸಂತತಿಗಳಾದ ನಂತರ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಆ ವೈರಸ್ ದಾಳಿಗೆ ಈಡಾಗದೆ ಉಳಿಯುವ ಶಕ್ತಿ ಪಡೆಯುವುದುಂಟು. ಈ ಬಗೆಯ ರೋಧಕತ್ವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ

ಗಳಿಗೆ ಹೇಗೆ ಬರುತ್ತದೆ ಎಂಬ ವಿಷಯವಾಗಿ ಏನೂ ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಜೀವಿಗಳ ವಿಕಸನ (Organic evolution)ದಲ್ಲಿ ಆಗುವಂತೆಯೇ ಇಲ್ಲಿಯೂ ವ್ಯತ್ಯಯ (variation) ಮತ್ತು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆ (natural selection)ಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಈ ರೋಧಕ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುವುವೆಂದು ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್ ಮತ್ತು ಲೂರಿಯ ಅವರು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು.

ಇದಕ್ಕೂ ಮುಂಚಿತವಾಗಿ, 1942ರಲ್ಲೇ ಲೂರಿಯರವರು ಥಾಮಸ್ ಎಫ್. ಆಂಡರ್ಸನ್‌ರವರೊಂದಿಗೆ T-2 ಎಂಬ ಬೇಕ್ಟೀರಿಯೊಫೇಜಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ಸು ಗಳಿಸಿದ್ದರು. ಆ ವೈರಸ್ಸಿಗೆ ದುಂಡನೆಯ ಒಂದು ತಲೆ ಮತ್ತು ಒಂದು ಮೋಟುಬಾಲ ಇರುವುವೆಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದರು.

ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್‌ರವರು 1947ರಿಂದ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಲೂರಿಯವರು 1959ರಿಂದ ಮೆಸಾಚುಸೆಟ್ಸ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾರೆ.

ಆಲ್ಫ್ರೆಡ್ ಡಿ. ಹರ್ಷಿಯವರು ಜನ್ಮತಃ ಅಮೆರಿಕನರೇ. ಅವರು 1940 ರಿಂದಲೇ ಫೇಜುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ. ವೈರಸ್ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಸಂಯೋಗ ಹೊಂದಿ ಹೊಸ ವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬಲ್ಲುವೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು 1946ರಲ್ಲಿ ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್ ಮತ್ತು ಹರ್ಷಿಯವರು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಈ ಬಗೆಯ ಸಂಯೋಗವು ಲೈಂಗಿಕ ಸಂತಾನ ವಿಧಾನವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವ ಉಚ್ಚಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ನಡೆಯುವುವೆಂದು ಅದುವರೆಗೂ ಭಾವಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಹರ್ಷಿ ಮತ್ತು ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್‌ರವರ ಈ ಆವಿಷ್ಕಾರವು ವೈರಸ್‌ಗಳ ಆನುವಂಶಿಕ ರಚನೆ (genetic structure)ಯನ್ನು ವಿವರವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಬಲ್ಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿತು.

ಹರ್ಷಿಯವರು ಮಾರ್ಥ ಛೇಸ್‌ರವರೊಂದಿಗೆ 1952ರಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆ ವೈರಸ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಮೈಲಿಗಲ್ಲು ಎನಿಸಿದೆ. ವೈರಸ್‌ಗಳು ಪ್ರೋಟೀನೇ? ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲವೇ? ಅಥವಾ ಎರಡೂ ಸೇರಿ ಆದ ಸಂಯುಕ್ತವೇ ಎಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಜಿಜ್ಞಾಸೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಕಾಲವದು. ವೈರಸ್‌ನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ತಿರುಳು, ಅದಕ್ಕೊಂದು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಹೊದಿಕೆ ಇದೆಯೆಂದೂ, ವೈರಸ್ಸು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಹೊಗುವ ಮುನ್ನ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ಕಳಚಿ ಹಾಕಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಭಾಗ ಮಾತ್ರ ಒಳಕ್ಕೆ ನುಗ್ಗುವುದೆಂದೂ ಹರ್ಷಿ ಮತ್ತು ಛೇಸ್‌ರವರು ಸಂಶಯಕ್ಕೆಡೆಯಿಲ್ಲದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರುಜುವಾತು ಮಾಡಿದರು.

(ಆಧಾರ : ವಿವಿಧ ಮೂಲಗಳು)

ಜೀವಕೋಶಗಳ ಭೇದಕರಣ (Cell differentiation)

ಉಚ್ಚ ಜೀವಿಯೊಂದರ ವೈಯಕ್ತಿಕ ಜೀವನ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವುದು ಒಂದೇ ಒಂದು ಜೀವಕೋಶದಿಂದ. ತಾಯಿಯಿಂದ ಒದಗಿಬಂದ ಅಂಡಾಣು (ovum) ಮತ್ತು ತಂದೆಯಿಂದ ಒದಗಿಬಂದ ರೇತ್ರಾಣು (sperm)ಗಳು ತಾಯಿಯ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗೂಡುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಸಂಯುಕ್ತಕೋಶ ಜೀವಿಯ ವೈಯಕ್ತಿಕ ಜೀವನದ ಮೊದಲ ಹಂತ. ತರುವಾಯ ಆ ಕೋಶ ವಿದಳನಗೊಂಡು ಎರಡು ಕೋಶಗಳಾಗುತ್ತವೆ; ಎರಡು ನಾಲ್ಕಾಗುತ್ತವೆ; ನಾಲ್ಕು ಎಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಕೋಶಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ವೃದ್ಧಿಯಾದಂತೆ ಜೀವಿಯ ಅಂಗಾಂಗಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಮೂಲ ಸಂಯುಕ್ತಕೋಶ ವಿದಳನಹೊಂದಿ ಎರಡು ಕೋಶಗಳಾದಾಗ ಆ ಎರಡು ಕೋಶಗಳು ಸರ್ವಥಾಸಮ (identical)ವಾಗಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ವಿದಳನ ಕಾರ್ಯ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಯಾವುದೋ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿದ್ದುದಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆಯಾದ ಇನ್ನೊಂದು ಬಗೆಯ ಜೀವಕೋಶ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದರೆ ತಾನೆ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಂಗಗಳು ರೂಪಗೊಳ್ಳುವುದು ? ಜೀವಕೋಶಗಳ ಈ ಬಗೆಯ ಭೇದಕರಣ ಹೇಗೆ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮುಂದಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಶ್ನೆ.

ಒಂದು ಜೀವಿಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪೀಳಿಗೆಗೆ ಸಾಗಗೊಡುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣಭೂತವಾದ ಪದಾರ್ಥ, ಕೋಶದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೊ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ (Deoxyribonucleie acid) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ಎಂದು ಖಚಿತವಾಗಿ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಈ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಚುಟುಕಾಗಿ DNA ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. DNA ಒಂದು ದೈತ್ಯಾಣು. ಅದು ಬಹಳ ಉದ್ದವಾಗಿದ್ದು, ಅದರ ಎಳೆಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ನಾಲ್ಕು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲದ ಚಿಕ್ಕ ಅಣುಗಳು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಜೀವಿಗಳ ಅಂಗಾಂಗಗಳು ಹೇಗೆ ರೂಪುಗೊಳ್ಳಬೇಕು, ಅವುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳೇನು, ಮೊದಲಾದ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು DNAಯಲ್ಲಿನ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳ ಅನುಕ್ರಮ. ಅಂದರೆ ಆ ಎಲ್ಲ ಮಾಹಿತಿಗೆ DNAಯಲ್ಲಿನ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳ ಅನುಕ್ರಮವೇ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಸಂಕೇತ.

DNAಯಲ್ಲಿ ಸಂಕೇತರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ರೈಬೊ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ (Ribonucleic acid)ವೆಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ ತನ್ನದೇ ಆದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಕಲು ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ರೈಬೋಸೋಮುಗಳೆಂಬ ಕೋಶಾಂಗಗಳಿಗೆ (Organelles) ಒಯ್ದು ಅಲ್ಲಿ ಆ ಸಂಕೇತಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ. ದೇಹದಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನೂ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಎಂಜೈಮುಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು.

ಆದುದರಿಂದ DNA ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಸಂಕೇತದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅವಶ್ಯವಾದ ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಅದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಜೀವಿಯ ಮುಂದಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಗತಿಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಬಲ್ಲದು ಎಂದಾಯಿತಷ್ಟೆ ?

ಈಗ, DNA ಯಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಭಾಗ ಅಥವಾ ಖಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸಂಕೇತವಾಹಕ RNA ಅಥವಾ m–RNA (messenger RNA) ನಕಲು ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಹೋಗಿ ಅವಶ್ಯವಾದ ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ. DNAಯಲ್ಲಿನ ಈ ಖಂಡಗಳೇ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ "ಜೀನುಗಳು". ಒಂದೊಂದು ಜೀನು ಒಂದೊಂದು ಪ್ರೋಟೀನಿಗೆ ಅವಶ್ಯವಾದ ಸಂಕೇತವನ್ನಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜೀನು ಮಾತ್ರ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖವಾಗಿ ಅವಶ್ಯವಾದ ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಜೀವಕೋಶಗಳ ಭೇದಕರಣದ ಗುಟ್ಟು ಇದೇ.

ಆದರೆ DNAಯಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕಾನೇಕ ಜೀನುಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜೀನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ತೊಡಗಲು ಕಾರಣವೇನು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಬೇಕಾಗಿದೆ. ನೇಪಲ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಇಂಟರ್‌ನ್ಯಾಶನಲ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ ಆಫ್ ಜೆನೆಟಿಕ್ಸ್ ಅಂಡ್ ಬಯೊಫಿಸಿಕ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಅಮೆರಿಕದ ಬಾಸ್ಟನ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಹಾರ್ವರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ನಡೆಸಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಭಾಗಶಃ ಉತ್ತರ ಸಿಕ್ಕಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

DNAಯಲ್ಲಿನ ಜೀನಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು m–RNA ನಕಲು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಒಂದು ಎಂಜೈಮಿನ ನೆರವಿನಿಂದ. ಆ ಎಂಜೈಮಿನ ಹೆಸರು RNA ಪಾಲಿಮೆರೇಸ್ ಎಂದು. ಈ ಎಂಜೈಮಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿವೆಯೆಂದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಚಿಕ್ಕ ಅಣುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿ ಒಟ್ಟು RNA ಯನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸುವುದು ಒಂದು ಭಾಗ. ಇದನ್ನು ಸಂಯೋಜಕ ಭಾಗ ಎಂದು ಕರೆಯೋಣ. ಸಿಗ್ಮ ಭಾಗ ಎನ್ನುವ ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗ RNA ಸರಣಿಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಈಗ ನೇಪಲ್ಸ್‌ನ ಸಂಶೋಧಕ ತಂಡದವರು ರಿಫ್ಯಾಂಪಿಸಿನ್ ಎಂಬ ಪ್ರತಿಜೀವಕ (antibiotic) ದ ಸಹಾಯದಿಂದ RNA ಪಾಲಿಮೆರೇಸ್‌ನ 'ಸಂಯೋಜಕ ಭಾಗ'ವನ್ನು ನಿಷ್ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಿಸಬಹುದು ಎಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಒಂದು ಕೌತುಕದ ವಿಷಯ ಕಂಡು ಬಂದಿತು. RNA ಸರಣಿ ಪ್ರಾರಂಭವೇ ಆಗಲಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ, RNA ಸರಣಿ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲು ಸಿಗ್ಮಭಾಗ ಒಂದೇ ಸಾಲದು, 'ಸಂಯೋಜಕ' ಭಾಗವೂ ಆವಶ್ಯಕ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದಂತಾಯಿತು.

ಆದುದರಿಂದ RNA ಪಾಲಿಮೆರೇಸ್‌ನ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಈಗ

ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಬದಲಾಯಿಸಿದೆ. ಈಗಿನ ಭಾವನೆ ಪ್ರಕಾರ ಎಂಜೈಮಿನ ಸಂಯೋಜಕ ಭಾಗ, ಸಿಗ್ಮಭಾಗಗಳೆರಡೂ RNA ಸರಣಿ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ತರುವಾಯ ಸಿಗ್ಮಭಾಗ ಕಳಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದೆ ಸರಣಿಯನ್ನು ಸಂಯೋಜಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸಂಯೋಜಕ ಭಾಗ ಒಂದೇ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಅನಂತರ ಇನ್ನೊಂದು RNA ಸರಣಿಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಕಳಚಿಕೊಂಡ ಸಿಗ್ಮಭಾಗ ನಿರ್ವಹಿಸಬಲ್ಲದು ಎಂದು ಹಾರ್ವರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾ ನಿಲಯದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಇದರಿಂದ ಒಂದು ತೀರ್ಮಾನ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. RNA ಸರಣಿಯನ್ನು DNA ಮೇಲೆ ಯಾವಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಬೇಕು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಕೆಲಸ RNA ಪಾಲಿಮೆರೇಸ್‌ನ ಸಿಗ್ಮಭಾಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ್ದು. ಅಂದರೆ, ಒಂದೊಂದು ಪ್ರೋಟೀನಿಗೆ ಒಂದೊಂದು ಸಿಗ್ಮ ಎಂಜೈಮು ಇದ್ದು, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರೋಟೀನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಅದು ಸ್ವಿಚ್ಚಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದಾಯಿತು. ಆದ್ದರಿಂದ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರೋಟೀನು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಲು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರೇರಕ ನಿಯತವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿತು.

(ಆಧಾರ: *Science Journal*, July 1969)

ನೈಸರ್ಗಿಕ ಕಳೆ ನಿವಾರಕ

ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಬಗೆಯ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಸ್ಥಿರೀಕಾರಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯವು (Nitrogen-fixing bacteria) ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಪ್ರಬಲ ವಿಷವಾಗಬಲ್ಲ ಒಂದು ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಸ್ರವಿಸುತ್ತದೆಯೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಈ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಹೆಸರು ರ್‍ಹಿಸೋಬಿಯಮ್ ಜಾಪೋನಿಕಮ್ (Rhizobium japonicum). ಆದುದರಿಂದ ಅಮೆರಿಕದ ಅಗ್ರಿಕಲ್ಚರಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಸರ್ವಿಸಿನ ಎಲ್. ಡಿ. ಓವೆನ್ಸ್‌ರವರು ಈ ಪದಾರ್ಥಕ್ಕೆ ರ್‍ಹಿಸೊಬಿಟಾಕ್ಸಿನ್ (Rhizobitoxin) ಎಂಬ ಹೆಸರು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಸೊಯಾಬೀನ್ಸ್ ಸಸ್ಯದ ಬೇರಿನ ಗ್ರಂಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಮೊದಲು ಗಮನಿಸಲಾಯಿತು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯಿಸಿ, ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವಷ್ಟು ರ್‍ಹಿಸೊಬಿಟಾಕ್ಸಿನ್ನನ್ನು ಈಗ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ವ್ಯವಸಾಯದ ಜಮೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಕಳೆಯನ್ನು ನಿರ್ಮೂಲ ಮಾಡಲು ಈ ಸಸ್ಯಮಾರಕ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಬಳಸಲು ಅನುಕೂಲವೆನಿಸುವಂಥ ಕೆಲವು ಅಂಶಗಳು ಇದರಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ನೆರವಾಗುವ ಒಂದು ಎಂಜೈಮನ್ನು ಈ ಪದಾರ್ಥ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಇದು ಸಸ್ಯಕ್ಕೆ

ವಿಷವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಬಲ್ಲುದು. ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಈ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಇದರಿಂದ ಯಾವ ಅಪಾಯವೂ ಇಲ್ಲ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಮಣ್ಣನ್ನು ಸೇರಿದ 72 ಗಂಟೆಗಳೊಳಗೆ ಈ ಪದಾರ್ಥ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ನಾಶವಾಗಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಮೂರನೆಯದಾಗಿ, ಈ ಪದಾರ್ಥ ಎಳೆಯ ಸಸಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ಚಿಗುರೆಲೆಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಮಾರಕವಾದುದು. ಒಂದು ಎಕರೆಗೆ ನೂರು ಗ್ರಾಂನಷ್ಟು ರ್ಹಿಸೊಬಿಟಾಕ್ಸಿನ್ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ಎಳೆಯ ಗಿಡಗಳನ್ನೂ ನಾಶ ಮಾಡಿಬಿಡಬಹುದು. ಆದರೆ ಬೆಳೆದು ನಿಂತ ಗಿಡಗಳ ಮೇಲೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವುದಿಲ್ಲ.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಗುಣಗಳ ಕಾರಣ ಇದನ್ನು ಕಳೆನಿವಾರಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕ್ರಮವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಬಹುದು. ಈ ವಿಷದ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಬಿತ್ತನೆ ಮಾಡಿದ ತರುಣದಲ್ಲಿ ಜಮೀನಿನ ಮೇಲೆ ಚಿಮುಕಿಸಿದರೆ ಅಲ್ಲಿರುವ ಸಸ್ಯಗಳೆಲ್ಲ ನಾಶವಾಗಿ ಹೋಗಿ, ಮೂರು ದಿನಗಳೊಳಗೆ ರಾಸಾಯನಿಕವೂ ಕಣ್ಮರೆಯಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಆ ವೇಳೆಗೆ ಬಿತ್ತಿದ ಬೀಜಗಳು ಮೊಳೆತು ಪೈರು ಮೇಲೇಳುತ್ತದೆ. ಪೈರು ಬೆಳೆದು ನಿಲ್ಲುವ ವೇಳೆಗೆ ಪುನಃ ನೆಲದಲ್ಲಿ ಕಳೆಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆಗ ಇನ್ನೊಮ್ಮೆ ಬಲಿಯುತ್ತಿರುವ ಪೈರಿನ ಬುಡದಲ್ಲಿ ರ್ಹಿಸೊಬಿಟಾಕ್ಸಿನ್ನನ್ನು ಜಮೀನಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ಕಳೆ ಮಾತ್ರ ನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ; ಬೆಳೆದ ಪೈರಿನ ಮೇಲೆ ಅದರಿಂದ ಯಾವ ಪರಿಣಾಮವೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ವಾಣಿಜ್ಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರ್ಹಿಸೊಬಿಟಾಕ್ಸಿನ್ನನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಈಗ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.

(ಆಧಾರ: *Scientific American,* July, 1969)

ಪುನಃ ಪುನಃ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ಉಪಗ್ರಹ ವಾಹಕ ರಾಕೆಟ್

ಬರ್ಲಿನ್ನಿನ ಟೆಕ್ನಿಕಲ್ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿಯ ಸ್ಪೇಸ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪುನಃ ಪುನಃ ಬಳಸಬಹುದಾದಂಥ ಒಂದು ಹೊಸ ಉಪಗ್ರುಹವಾಹಕ ರಾಕೆಟ್‌ನ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅದನ್ನು ರೂಪಿಸಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎಚ್. ಎಚ್. ಕೊಯೆಲ್ ಎಂಬುವರು. ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್ ಎಂದು ಕರೆದಿರುವ ಈ ರಾಕೆಟ್ಟನ್ನು ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲೆ ತೇಲುವ ಒಂದು ಪೀಠದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಹಾರಿಸಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ಹಾರಿಸುವ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಅನುಕೂಲಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸಿದ ತರುವಾಯ ರಾಕೆಟ್ ಪುನಃ ಸಮುದ್ರಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾರಾಚೂಟ್

ನಂತೆ ವರ್ತಿಸುವ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ತೆರೆದುಕೊಂಡು, ಬೀಳುವ ವೇಗವನ್ನು ಸೆಕಂಡಿಗೆ 80 ಮೀಟರಿಗೆ ಇಳಿಸುತ್ತವೆ. ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲ್ಮೈ ಸಮೀಪಿಸಿದಂತೆ ಪುನಃ ಮೋಟಾರುಗಳು ಹೊತ್ತಿಕೊಂಡು ಪ್ಲವನಬಲ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವುದರಿಂದ ರಾಕೆಟ್ ನಿಧಾನವಾಗಿ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಕಕ್ಷೆಯು ಭೂಮಿಯಿಂದ 135 ಕಿಮೀ. ಇರುವಂತೆ ಏರ್ಪಡಿಸಿರುವುದರಿಂದ ಒಂದು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮುಗಿದ ನಂತರ ಎರಡನೇ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ ಸಹ ಮೊದಲನೆಯದು ಇಳಿದ ಸ್ಥಳದ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿಯೇ ಇಳಿಯುವಂತೆ ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಎರಡು ಹಂತಗಳನ್ನೂ ಪುನಃ ಉಪಯೋಗಿಸ ಬಹುದು.

ರಾಕೆಟ್ ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾದ ಕಾರ್ಯಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಅದರ ಆಕಾರವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅದರ ಛೇದಮುಖ (Cross section) ಕ್ರಮವಾದ ಷಡ್ಭುಜ ವಾಗಿದ್ದು, ಅದರ ಎತ್ತರ ಎಷ್ಟೋ, ಅಷ್ಟೇ ದಪ್ಪವಿರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಸೀಮೆ ಎಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ದ್ರವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನನ್ನು ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗು ವುದು. ಎರಡನೆಯ ಹಂತದಲ್ಲಿ ದ್ರವ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಮತ್ತು ದ್ರವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನು ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವುದು.

ನೆಪ್ಚೂನ್ ಮೇಲೆತ್ತುವ ಹೊರೆ 400 ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಸ್ಯಾಟರ್ನ್ 5ರ ಮೂರರಷ್ಟಾಯಿತು. ಒಟ್ಟು ರಾಕೆಟ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಪ್ರಾರಂಭ ತೂಕ 20,000 ಟನ್ನುಗಳೆಂದು ಅಂದಾಜುಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal,* July 1969)

ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮ್; ಒಂದು ಹೊಸ ಕೋಶಾಂಗ

ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಉಳಿದ ಭಾಗವೆಲ್ಲ ಕೋಶದ್ರವ್ಯವೆಂಬ (Cytoplasm) ಜೆಲ್ಲಿಯಂಥ ಒಂದು ರೂಪರಹಿತ ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಆಕ್ರಮಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ ಎಂಬ ಭಾವನೆ ಬಹುಕಾಲದವರೆಗೆ ಪ್ರಚಲಿತವಾಗಿತ್ತು. ಕೋಶದ ಒಳರಚನೆಯಲ್ಲಿ ರೈಬೋಸೋಮ್. ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯ, ಲೈಸೊಸೋಮ್, ಗಾಲ್ಜಿ ಕಾಯಗಳು ಮುಂತಾದ ಅನೇಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಘಟಕಗಳಿರುವುದು ಕಳೆದ ಕೆಲವು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಪತ್ತೆ ಯಾಗಿದೆ. ಜೀವಕೋಶದ ಈ ಘಟಕಗಳಿಗೆ ಕೋಶಾಂಗಗಳು (Organelles) ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಈ ಕೋಶಾಂಗಗಳ ಪಟ್ಟಿಗೆ ಇದೀಗ ಹೊಸದೊಂದು ಕೋಶಾಂಗವನ್ನು ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅದರ ಹೆಸರು ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮ್.

1960ರಲ್ಲಿ ಬೆಲ್ಜಿಯಮ್ಮಿನ ಲೊವೇನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಡಿ ಡೂವೆ ಅವರು ಮೊತ್ತಮೊದಲಿಗೆ ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದರು. ಇಲಿಯ ಯಕೃತ್ತಿನ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿಯಲ್ಲಿ (Centrifuge) ಹಾಕಿ ತಿರುಗಿಸಿದಾಗ ಕೆಲವು ಎಂಜೈಮುಗಳು ಯಾವುದೋ ಕಣಗಳ ಜೊತೆಗೂಡಿ

ಕೊಂಡೇ ಇರುವಂತೆ ವರ್ತಿಸಿದುವು. ಈ ಎಂಜೈಮುಗಳು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ ತರುವಾಯ ಅದನ್ನು ವಿಭಜಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಿರತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಆ ಎಂಜೈಮುಗಳುಳ್ಳ ಕಣಗಳಿಗೆ ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮ್ ಎಂಬ ಹೆಸರು ಕೊಡಲಾಯಿತು. ಈಗ ತಾನೆ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಲಂಡನ್ನಿನ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳ ವರದಿಯಲ್ಲಿ (Proceedings of the Royal Society) ಡಿ ಡೂವೆ ಅವರು ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮಿನ ಬಗ್ಗೆ ಇಂದಿನವರೆಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಮಾಹಿತಿಯ ಒಂದು ಸಮೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮುಗಳು ಬಗೆಬಗೆಯ ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆಯಾದರೂ ಬಹುಶಃ ಅವು ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುವೆಂದು ಹೇಳುವಂತಿಲ್ಲ. ಈ ಕಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಎಂಜೈಮಿನ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಒಂದು ಜಾತಿಯ ಜೀವಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಜಾತಿಯ ಜೀವಿಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಕ್ರಿಯೆ ಏನೆಂಬುದು ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿಲ್ಲ. ಇಲಿಗಳ ಯಕೃತ್ತು ಮತ್ತು ಕಲಿಜಗಳಲ್ಲಿ ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮಿನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಆಕ್ಸಿಜನ್ನು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಾಕ್ಸೈಡಿನ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ನೀರಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಇದು ಶ್ವಾಸೋಚ್ಛ್ವಾಸಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕ್ರಿಯೆಯಷ್ಟೆ? ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯದಲ್ಲೂ ಇದೇ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆಯಾದರೂ ಅಲ್ಲಿ ATP ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ಒದಗುತ್ತದೆ. ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿಯಾದರೋ ಈ ಶ್ವಾಸೋಚ್ಛ್ವಾಸಕ್ರಿಯೆಯು ಶಕ್ತಿ ಒದಗಿಸುವಂತೆ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಪರಾಕ್ಸಿಸೋಮುಗಳ ಸಂಯೋಜನೆ, ಕ್ರಿಯೆ ಮುಂತಾದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದದ್ದು ಬಹಳವಿದೆ.

(ಆಧಾರ: *Scientific American*, July 1969)

‘ ಪಾಲಿಜಲ ’

ಕಳೆದ ದಶಕದ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಬೋರಿಸ್ ವಿ. ಡೆರ್ಯಾಗ್ವಿನ್ ಮತ್ತು ಎನ್. ಎನ್. ಫೆಡ್ಯಾಕಿನ್ ಎಂಬ ಇಬ್ಬರು ರಷ್ಯನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಒಂದು ಕೌತುಕದ ವಿಷಯವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಅತಿ ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರದ ರೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿ (Capillary tubes) ನೀರನ್ನು ಬಾಷ್ಪೀಕರಿಸಿದರೆ (Condensed) ಆ ನೀರು ಅಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಮತ್ತು ವಿಚಿತ್ರವಾದ ಕೆಲವು ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತೋರುವುದೆಂದೂ, ಬಹುಶಃ ಅದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಸೇರಿಕೊಂಡು ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಅಣುಗಳಾಗಿರಬೇಕೆಂದೂ, ಆದುದರಿಂದ ನೀರಿನ ಈ ಪಾಲಿಮರ್ (polymer) ರೂಪಕ್ಕೆ ಪಾಲಿಜಲ (polywater) ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದೆಂದೂ ಅವರು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು.

ಈ ವಿಚಿತ್ರ ತೆರನಾದ ನೀರನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಬೇಕೆಂದು ಯೂರೋಪ್

ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಳೆದ ಎಳೆಂಟು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೂ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಫಲಿತಾಂಶಗಳೇನೂ ಹೊರಬೀಳಲಿಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ಆ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ.

ಇದೀಗ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಬ್ಯೂರೊ ಆಫ್ ಸ್ಟಾಂಡರ್ಡ್ಸ್ ಮತ್ತು ಮೇರಿಲ್ಯಾಂಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಒಂದು ಜಂಟಿ ಸಂಶೋಧನ ತಂಡಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಎಲಿಸ್ ಆರ್. ಲಿಪಿನ್ ಕಾಟ್, ರಾಬರ್ಟ್ ಆರ್. ಸ್ಟ್ರಾಂಬರ್ಗ್, ವಾರೆನ್ ಎಚ್. ಗ್ರ್ಯಾಂಟ್ ಮತ್ತು ಜೆರಾಲ್ಡ್ ಎಲ್. ಸೆಸ್ಸಾಕ್ ಎಂಬ ನಾಲ್ವರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪಾಲಿಜಲದ ಅಸ್ತಿತ್ವದಬಗ್ಗೆ ಸಂದೇಹಕ್ಕೆಡೆಯಿಲ್ಲದಂಥ ಪುರಾವೆಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ರೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡ, ಹಾಗೂ ಅನಂತರ ಹೊರಕ್ಕೆ ತೆಗೆದ ಈ ವಿಚಿತ್ರ ನೀರಿನ ರಕ್ತನೀಚ ಮತ್ತು ರಾಮನ್ ರೋಹಿತ (Infrared and Raman spectrum) ಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅವರು ಮುಖ್ಯ ಆಧಾರವಾಗಿ ನೀಡಿ ತಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಪಾಲಿಜಲದ ಸಾಂದ್ರತೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ 40% ಹೆಚ್ಚು. ಅದರ ಆವಿ ಒತ್ತಡ ಕಡಿಮೆ. ಅದು—40°C ನಲ್ಲಿ ಘನೀಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಅದರ ಘನರೂಪ ಗಾಜಿನಂತಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ನೀರಿನ ಅಣುರಚನೆ 100°C ವರೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರಬಲ್ಲದು. ಪಾಲಿಜಲದ ಅಣುರಚನೆಯಾದರೋ 500°C ವರೆಗೂ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಸೆಮೀ.ನ ಸಾವಿರದಲ್ಲೊಂದು ಭಾಗದಷ್ಟು ವ್ಯಾಸವಿರುವ ರೋಮನಾಳಗಳನ್ನು ಸೀಲು ಮಾಡಿದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಆಸವಿತ ನೀರಿನ (distilled water) ಮೇಲೆ ನೇತು ಹಾಕಿ 18 ಗಂಟೆ ಕಾಲ ಬಿಟ್ಟಾಗ, ರೋಮನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಷ್ಪೀಕರಿಸಿದ ನೀರು ಈ ವಿಚಿತ್ರ ಗುಣಗಳನ್ನು ತೋರುವುದೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ.

ಈ ವರದಿಗಳಿಗೆ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ ದೊರೆತರೆ ಅನೇಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳೇಳುತ್ತವೆ. ಪಾಲಿಜಲ ಅಷ್ಟು ಸ್ಥಿರವಾದುದಾದರೆ ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ಏಕೆ ಎಲ್ಲೂ ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ? ಅದರ ಸಾಂದ್ರತೆ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಸಾಗರಗಳ ತಳದಲ್ಲೇನಾದರೂ ಶೇಖರವಾಗಿದೆಯೆ? ಇದು ಮನುಷ್ಯ ದೇಹದಲ್ಲಿದೆಯೆ? ಇರುವುದಾದರೆ, ಜೀವವ್ಯಾಪಾರಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ಪಾತ್ರವೇನು? ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಅಳತೆಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕವೇಳೆ ನೀರನ್ನು ಪ್ರಮಾಣಕವಾಗಿ (standard) ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವಲ್ಲಾ, ಪಾಲಿಜಲ ಗೊತ್ತಾದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಇದಕ್ಕೆ ಏನಾದರೂ ತೊಂದರೆ ಇದೆಯೆ? ಈ ನೀರನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದಾದರೆ ಅದಕ್ಕೇನಾದರೂ ಉಪಯೋಗಗಳಿರಬಹುದೆ? ಇತ್ಯಾದಿ.

ಆಧಾರ: *Scientific American*; Sept. 1969.)

ಲೇಸರ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಚಂದ್ರನ ದೂರದ ಅಳತೆ

ನಾಲ್ಕು ಕಿಲೋಮೀಟರ್, ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು ಎರಡೂವರೆ ಮೈಲು ಅಗಲ, ಮೂರು ಮೀಟರ್ ದಪ್ಪದ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ 'ದೋಸೆ'ಗಳನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಎಸೆದು, ಅವು ಹಿಂದಿರುಗಲು ಹಿಡಿಸುವ ಕಾಲವನ್ನು ಅಳೆಯುವ ಮೂಲಕ ಭೂಮಿಗೂ ಚಂದ್ರನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು ಎಂದಿಗಿಂತಲೂ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಅಳತೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ಬೆಳಕನ್ನು ಯಾವುದೇ ಆಕರದಿಂದ ಅವಿರತವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಿದರೆ ಅದರಿಂದ ಹೊರಡುವ ರಶ್ಮಿಪುಂಜವು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ, ಅಂದರೆ ಏಕ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಯುವುದು. ಆದರೆ, ಬೆಳಕನ್ನು ಅವಿರತವಾಗಿ ಉತ್ಪಾದಿಸದೆ, ಅತ್ಯಲ್ಪ ಅವಧಿಯ ಮಿಡಿತಗಳಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಿದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಮಿಡಿತಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಆಕರದಿಂದ ಹಾರಿ ಹೊರಬೀಳುವುವಷ್ಟೆ? ಹತ್ತು ನಾನೊಸೆಕೆಂಡ್[1] ಅವಧಿಯ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಮಿಡಿತಗಳನ್ನು ಕಳಿಸುವ ಒಂದು ಸಲಕರಣೆಯನ್ನು ಅಮೆರಿಕದ ಆರಿಜೋನ ಸಂಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪರ್ವತ ಶಿಖರದ ಮೇಲೆ ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಮುನ್ನೂರು ಮಿಲಿಯನ್ ಮೀಟರುಗಳು. ಆದುದರಿಂದ ಹತ್ತು ನಾನೊಸೆಕೆಂಡ್ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಹೊರಡುವ ರಶ್ಮಿಯ ಉದ್ದ ಕೇವಲ ಮೂರು ಮೀಟರ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಿನಂತೆ ಬಹು ಬೇಗ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲವಾದರೂ ಚಂದ್ರನನ್ನು ತಲಪುವ ವೇಳೆಗೆ ಅದು 4 ಕಿಲೋ ಮೀಟರ್ ಅಗಲಕ್ಕೆ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವುದೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅಂದಮೇಲೆ, ಲೇಸರ್ ಮಿಡಿತ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈ ತಲಪುವ ವೇಳೆಗೆ ಅದರ ವಿಸ್ತಾರ 4 ಕಿಲೋ ಮೀಟರ್ ಆಗಿರುತ್ತದೆ; ದಪ್ಪ ಮಾತ್ರ ಮೂರು ಮೀಟರೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಪಲೊ-11ರ ಗಗನ ಯಾತ್ರಿಗಳು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಿರುವ 0.18 ಚದರ ಮೀಟರ್ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ದರ್ಪಣಕ್ಕೆ ಈ ಬೆಳಕಿನ 'ದೋಸೆ' ಬಡಿದಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಭೂಮಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತದೆ. ಲೇಸರ್ ಮಿಡಿತ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಬಡಿದು ಹಿಂದಿರುಗಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದರೆ ಚಂದ್ರನ ದೂರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕ ಬಹುದಷ್ಟೆ?

ಲಿಕ್ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯದ ಡಾ. ಜೇಮ್ಸ್ ಫಾಲರ್‌ರವರು ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನಡೆಸುವುದರಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿಗರಾದರು. ಬೆಳಕು ಚಂದ್ರನನ್ನು ತಲಪಿ ಹಿಂದಿರುಗಲು ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲ ಸುಮಾರು 2.4 ಸೆಕಂಡಿನಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು

---

1 ಒಂದು ನಾನೊಸೆಕೆಂಡ್ ಎಂದರೆ ಸೆಕಂಡಿನ 10^9 ರಲ್ಲೊಂದು ಭಾಗ ಅಥವಾ ಸಾವಿರ ಮಿಲಿಯನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗ; 1/1,000,000,000 ಸೆಕೆಂಡು.

ಫಾಲರ್‌ರವರು ಅತ್ಯಂತ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಅಳೆದು, ಅದರ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಚಂದ್ರನ ದೂರವನ್ನು 353,911.218 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಎಂದು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ದೋಷವೇನಾದರೂ ಇದ್ದರೆ ಅದು 50 ಮೀಟರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿಲ್ಲವೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಇನ್ನೂ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟಗೊಳಿಸಿ, ದೋಷದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕೆಲವು ಮಿಲಿಮೀಟರುಗಳಿಗೆ ಇಳಿಸಬಹುದಾಗಿದೆಯಂತೆ.

ಅಮೆರಿಕದ ವಾಯುಪಡೆಗಾಗಿ ಈ ದೂರ ನಿರ್ಧಾರಕ ಸಲಕರಣೆಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯದ ಹ್ಯೂಸ್ ವಿಮಾನ ಕಂಪೆನಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಹಿರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡಾ. ರೆನ್ನಿ ಎಸ್. ಜೂಲಿಯನ್‌ರವರ ಪ್ರಕಾರ ಈ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಅಳತೆಗಳು ಚಂದ್ರನ ಗಾತ್ರ, ಆಕಾರ, ಕಕ್ಷೆ, ಅದರಲ್ಲಿನ ಶಿಲೆಗಳ ಹಂಚಿಕೆ ಮುಂತಾದವುಗಳ ಮೇಲೆ ವಿಶೇಷವಾದ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲುವುವೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal*, Sept. 1969)

ಯುರೇನಿಯಂ ಅದುರಿನಿಂದ ಮೊಲಿಬ್ಡಿನಂ

ಜಮ್‌ಷೆಡ್‌ಪುರದ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಲೋಹವಿದ್ಯಾ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬಿಹಾರ್ ರಾಜ್ಯದ ಜಾಡುಗುಡದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಅದುರಿನಿಂದ ಮೊಲಿಬ್ಡಿನಂ, ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ನಿಕ್ಕಲ್ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಉಪೋತ್ಪನ್ನಗಳಾಗಿ ಪಡೆಯಲು ಒಂದು ಹೊಸ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿರುವ ಈ ವಿಧಾನ ಇಷ್ಟರಲ್ಲೇ ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬರಲಿದೆ. ದಿನಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸಾವಿರ ಟನ್ ಅದುರನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಬಲ್ಲ ಯಂತ್ರಸ್ಥಾವರ ಒಂದನ್ನು ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಯೋಜಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಜಾಡುಗುಡದ ಅದುರಿನಲ್ಲಿ 0.14% ತಾಮ್ರ, 0.17% ನಿಕ್ಕಲ್ ಮತ್ತು 0.021% ಮೊಲಿಬ್ಡಿನಂ ಇರುವುವೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಯುರೇನಿಯಂ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಈ ಮೂರು ಲೋಹಗಳನ್ನೂ ಪ್ಲವನ ವಿಧಾನದಿಂದ (flotation method) ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಲಾಗುವುದು. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಿರುವ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಅದುರಿನಲ್ಲಿರುವ ಮೊಲಿಬ್ಡಿನಂ ಶೇಕಡ 64ರಷ್ಟು ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಕೈಹತ್ತುತ್ತದೆ. ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ನಿಕ್ಕಲ್‌ಗಳೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವುವೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಮುಖ್ಯ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಅಲ್ಲದೆ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯಲಿರುವ ಈ ಮೂರೂ ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತ ಲೋಹಗಳು.

(ಆಧಾರ: *University News*, Dec. 1969)

ಮೇದಸ್ಸು ಮತ್ತು ಹೃದ್ರೋಗ

ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಪ್ತ ಮೇದಸ್ಸು (saturated fats), ಅಂದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರಾಣಿಜನ್ಯ ಮೇದಸ್ಸು (ಬೆಣ್ಣೆ, ತುಪ್ಪ, ಕೆನೆ, ಮಾಂಸದೊಡನಿರುವ ನೆಣ, ಇತ್ಯಾದಿ) ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದರೆ ಹೃದ್ರೋಗ ಮತ್ತು ರಕ್ತನಾಳ ಸಂಬಂಧವಾದ ರೋಗಗಳ ಸಂಭವ ಕಡಿಮೆ ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆ ವೈದ್ಯಕೀಯ ವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕರಲ್ಲಿ ಬಹಳ ದಿನಗಳಿಂದ ಇದೆ. ಇದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆಮಾಡಲು ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಇದುವರೆಗೆ ನೇರವಾದ ಮತ್ತು ಸಂಶಯಕ್ಕೆ ಆಸ್ಪದವಿಲ್ಲದ ಪುರಾವೆಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿಲ್ಲ. ಇದೀಗ ಲಾಸ್ ಏಂಜೆಲ್ಸ್‌ನ ನಿವೃತ್ತ ಯೋಧರ ಆಸ್ಪತ್ರೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಿರ್ಣಾಯಕ ಪುರಾವೆಯನ್ನು ನೀಡಿವೆಯೆಂದು ಸೈಮರ್ ಡೇಟನ್, ಮಾರ್ಟಿನ್ ಲೀ ಪಿಯರ್ಸ್ ಮತ್ತು ಅವರ ಸಂಗಡಿಗರು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಆಯ್ದುಕೊಂಡ ಉಮೇದುವಾರರನ್ನು ವಯಸ್ಸು, ಆರೋಗ್ಯ ಸ್ಥಿತಿ, ಮತಧರ್ಮ, ರಾಷ್ಟ್ರೀಯತೆ, ಜನಾಂಗ ಮುಂತಾದ ಎಲ್ಲ ಅಂಶಗಳಲ್ಲೂ ಸರಿದೂಗುವಂಥ ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಲಾಯಿತು. ಅವರಿಗೆ ಕೊಡುತ್ತಿರುವ ಆಹಾರದ ಬಗ್ಗೆ ಅವರಿಗೇ ಸುಳಿವು ಕೊಡದಂತೆ ಒಂದು ಗುಂಪಿನ 424 ಜನರಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅಪರ್ಯಾಪ್ತ ಮೇದಸ್ಸನ್ನು ನೀಡಲಾಯಿತು. ಇನ್ನೊಂದು ಗುಂಪನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಣ ಗುಂಪೆಂದು (control group) ಪರಿಗಣಿಸಿ ಆ ಗುಂಪಿನ 422 ಜನರಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಆಹಾರವನ್ನೇ ಕೊಡಲಾಯಿತು.

ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ನೋಡಿದಾಗ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಪ್ತ ಮೇದಸ್ಸು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಕೊಲೆಸ್ಟೆರಾಲ್ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಕೊಲೆಸ್ಟೆರಾಲ್ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವವರು ಹೃದ್ರೋಗಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ರಕ್ತನಾಳಸಂಬಂಧ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಈಡಾಗುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚೆಂದೂ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾಪ್ತ ಮೇದಸ್ಸನ್ನು ಕಡಮೆ ಮಾಡಿ ಅಪರ್ಯಾಪ್ತ ಮೇದಸ್ಸನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದರಿಂದ ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಕೊಲೆಸ್ಟೆರಾಲ್ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಬಹುದೆಂದೂ ತೀರ್ಮಾನಿಸಲಾಯಿತು.

(ಆಧಾರ: *Scientific American*, Sept. 1969)

ಮಣ್ಣಿನ ಆಸರೆ ಇಲ್ಲದೆ ಬೆಳೆಯುವ ಹುಲ್ಲು

ಮಣ್ಣಿನ ಆಸರೆ ಇಲ್ಲದೆ, ಕೇವಲ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿದ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಗಿಡಗಳ ಬೇರುಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಸಿ, ಬರೀ ನೀರಿನಲ್ಲೇ ಗಿಡಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸುವ ಒಂದು ಹೊಸ

ವಿಧಾನವನ್ನು ಈಚೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ರೂಪಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಹೈಡ್ರೊಪೋನಿಕ್ಸ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೈಡ್ರೊಪೋನಿಕ್ಸ್ ವಿಧಾನದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಸ್ಥೆ ಇದೆ. ಇಂಟರ್‌ನ್ಯಾಶನಲ್ ವರ್ಕಿಂಗ್ ಗ್ರೂಪ್ ಆಫ್ ಸಾಯಿಲ್‌ಲೆಸ್ ಕಲ್ಚರ್ (International Working Group of Soil-less Culture—IWOSC) ಎಂಬ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಪ್ರಧಾನ ಕೇಂದ್ರ ನೆದರ್‌ಲ್ಯಾಂಡ್ಸಿನಲ್ಲಿದೆ. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಪಶ್ಚಿಮ ಬಂಗಾಳದ ಶಿವಪುರದ ಹೈಡ್ರೊಪೋನಿಕ್ಸ್ ಪರಿಶೀಲನಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರುವ IWOSC ಸದಸ್ಯರಲ್ಲೊಬ್ಬರಾದ ಜೇಮ್ಸ್ ಷೊಲ್ಟೊ ಡಗ್ಲಾಸ್‌ರವರು ಅಮೆರಿಕದ ಓಹಿಯೊ ಸಂಸ್ಥಾನದ ನ್ಯೂನಾಕ್ಸ್‌ವಿಲ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಬ್ರೂಕ್‌ಸೈಡ್ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದ ನೆರವಿನಿಂದ ದನಗಳಿಗೆ ಮೇವಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದಾದ ಹುಲ್ಲನ್ನು ಕೇವಲ ಆರು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಮಣ್ಣಿನ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆ ಬೆಳೆಸುವ ಒಂದು ತಂತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ.

ವರ್ಷದ ಎಲ್ಲ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೂ, ಎಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದರೆ ಅಲ್ಲಿ, ಹವಾಮಾನವನ್ನೂ ಲೆಕ್ಕಿಸದೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಹಸಿರು ಹುಲ್ಲನ್ನು ಬೆಳೆಸುವ ಇಂತಹ ಮೇವಿನ ಫ್ಯಾಕ್ಟರಿಗಳನ್ನು ಬಹಳ ಅಗ್ಗದ ಬೆಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದು. ಸುಮಾರು 200 ಚದರ ಅಡಿ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿ ಹುಲ್ಲು ಬೆಳೆಸಿ ವರ್ಷ ಪೂರ್ತಿ ಎಪ್ಪತ್ತೈದು ಹಸುಗಳಿಗೆ ಮೇವು ಒದಗಿಸಬಹುದಂತೆ.

ಆಳವಿಲ್ಲದ ಅಗಲವಾದ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಒಂದರಮೇಲೊಂದರಂತೆ ಒಂದೊಂದು ಅಡಿ ಅವಕಾಶ ಕೊಟ್ಟು ಚಾವಣಿಯವರೆಗೂ ಪೇರಿಸಲಾಗುವುದು. ಚಾವಣಿಯು ಬೇಸಗೆಯಲ್ಲಿ ನೆರಳು ನೀಡುವುದು, ಚಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯನ್ನು ಬೆಚ್ಚಗಿಡುವುದು. ಅವಶ್ಯ ಬಿದ್ದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಶಾಖ ಒದಗಿಸಿ ಕೊಠಡಿಯ ತಾಪವನ್ನು 21°–24° ಇರುವಂತೆ ನಿಯಂತ್ರಿಸಲಾಗುವುದು. ಹುಲ್ಲಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಅವಶ್ಯವಾದ ಬೆಳಕನ್ನು ಫ್ಲೂರಸೆಂಟ್ ಕೊಳವೆ ದೀಪಗಳಿಂದ ಒದಗಿಸಲಾಗುವುದು. ತಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಗಿಡಗಳಿಗೆ ಆಸರೆ ಕೊಡಲು ತಂತಿಯ ಜಾಲರಿ ಇಟ್ಟು, ಅದರ ಮೇಲೆ ಹರಡಿದ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ನೆನೆಸಿದ ಬೀಜಗಳನ್ನಿಡಲಾಗುವುದು. ಬೀಜ ಮೊಳೆತು ಗಿಡವಾದಾಗ ಜಾಲರಿಯ ಕೆಳಗೆ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಕರಗಿಸಿದ ನೀರನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಹರಿಸಿ ಬೇರುಗಳಿಗೆ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಲಾಗುವುದು. ಒಂದು ವಾರದೊಳಗೆ ಆರು ಅಂಗುಲದಿಂದ ಎಂಟು ಅಂಗಲ ಎತ್ತರವಿರುವ ಹುಲ್ಲು ಬೆಳೆಯುವುದು. ಆಗ ಬೇರುಸಮೇತ ಹುಲ್ಲನ್ನು ತೆಗೆದು ದನಗಳಿಗೆ ಆಹಾರವಾಗಿ ಕೊಡಬಹುದು. ಆರು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿ ಚದರ ಮೀಟರಿಗೆ 60–70 ಕಿಲೋಗ್ರಾಂನಂತೆ ಹುಲ್ಲು ಒದಗುವುದೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಹೈಡ್ರೊಪೋನಿಕ್ಸ್ ವಿಧಾನದಿಂದ ಬೆಳೆಸಿದ ಹುಲ್ಲನ್ನು ದನಗಳು ಇಷ್ಟಪಟ್ಟು

ತಿನ್ನುವುವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನು, ವಿಟಮಿನ್ನುಗಳು ಮತ್ತು ಖನಿಜಾಂಶಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ಹುಲ್ಲಿನಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುವೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳ ತೂಕ ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಸಾಮಾನ್ಯ ಹುಲ್ಲು ಎಷ್ಟು ಬೇಕೋ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೈಡ್ರೊಪೊನಿಕ್ಸ್ ಹುಲ್ಲು ಶೇಕಡ 23ರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಬೇಕಾಗುವುದಂತೆ.

ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯವಾಗುವ ಸ್ಥಳಾವಕಾಶ, ಕೆಲಸಗಾರರಿಗೆ ಕೊಡಬೇಕಾದ ಕೂಲಿ ಮುಂತಾದವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಉಳಿತಾಯವಾಗುವುದರಿಂದ, ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ಹಾಕಬೇಕಾದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಂಡವಾಳವೆಲ್ಲಾ ಕೇವಲ ಹದಿನೆಂಟು ತಿಂಗಳುಗಳಲ್ಲಿ ಕೈಗೆ ಬಂದುಬಿಡುವುದೆಂದು ಅಮೆರಿಕದ ಪರ್ಡ್ಯೂ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರೊ. ಪೆರ್ರಿ ಅವರು ಅಂದಾಜುಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

(ಆಧಾರ: *Science Journal*, Sept. 1969)

ಜಿ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

ಪುಸ್ತಕ ಲೋಕ

ಜಾರ್ಜ್ ಗ್ಯಾಮೊರವರ *GRAVITY** (ಗುರುತ್ವ)

ಒಂದು ಪರಿಚಯಾತ್ಮಕ ಲೇಖನ

ಬಿ. ಎಸ್. ಮಯೂರ

ವಿಶ್ವದ ರೂಪಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾದ ಗುರುತ್ವವು ಕೋಟ್ಯಾಂತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದು ಆಡಿಸುತ್ತದೆ, ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹಾರಿದವರನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಗುರುತ್ವದ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಮೊದಲು ಕಂಡು ಅಚ್ಚರಿಪಟ್ಟು, ಅದನ್ನು ಅರಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದವನು ಗೆಲಿಲಿಯೋ. ಅನಂತರ ಅದನ್ನು ಒಟ್ಟು ವಿಶ್ವಕ್ಕೇ ಅನ್ವಯಿಸಿ ವಿಸ್ತೃತಗೊಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದವನು ನ್ಯೂಟನ್. ಈ ಗುರುತ್ವವೆನ್ನುವುದು ಆಕಾಶ–ಕಾಲ ಅಖಂಡದ (Space-time Continuum) ಬಾಗು ಎಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಸಾಧಿಸಿದ. ಆದರೆ ಅದು 'ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಂತೆಯೇ ಇರಬಹುದೇ? ಅದಕ್ಕೂ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಸರಳವಾದ ಸಂಬಂಧವಿರಬಹುದೆ? ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ರಕ್ಷಾಫಲಕಗಳಿರುವಂತೆ ಈ ಗುರುತ್ವ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಒಂದು ರಕ್ಷೆ ಇದ್ದೀತೆ?

ಜಾರ್ಜ್ ಗ್ಯಾಮೊರವರ 'ಗ್ರ್ಯಾವಿಟಿ' ಎಂಬ ಈ ಪುಸ್ತಕ ಗುರುತ್ವದ ಪೂರ್ಣ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಅರಿಯಲು ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾದ ಮೂಲತತ್ವಗಳ, ಗಣಿತದ — ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರದ (Calculus)—ಸರಳ ಪರಿಚಯದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ.

---

* *Gravity* by George Gamow; Science Study Series; Vakils, Felter and Simons Pvt. Ltd., Bombay, 1965; Price: Rs. 1.25.

ಕಳಿಂಗ ಪಾರಿತೋಷಕ ವಿಜೇತರಾದ ಜಾರ್ಜ್ ಗ್ಯಾಮೊರವರು ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾದ ವಿಷಯಗಳೂ ಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಎಟುಕುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕೆಂಬ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಬಹಳ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ವಸ್ತುಗಳು ಹೇಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ? ಏಕೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ? ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ 'ಬೀಳು' ಎಂದರೇನು? ಮೇಲಿನಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು 'ಬೀಳುತ್ತಿದೆ' ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಭೂಮಿ ಗುಂಡಾಗಿರುವುದರಿಂದ 'ಮೇಲೆ', 'ಕೆಳಗೆ' ಎನ್ನುವ ದಿಕ್ಸೂಚನೆಗಳ ಅರ್ಥ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಬರುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು 'ಬೀಳುತ್ತಿವೆ' ಎನ್ನಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

'ಪದಾರ್ಥಗಳು ಹೇಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ' ಎಂಬ ಸಮಸ್ಯೆ 16–17ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲೇ ಗೆಲಿಲಿಯೋವಿನ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯಿತು. ಒಟ್ಟಿಗೇ ಬಿಟ್ಟ ವಸ್ತುಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೇ ನೆಲವನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಂದೇ ಅವನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದ. ಇದೇ ತೀರ್ಮಾನ ಮುಂದೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ನ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದಕ್ಕೆ ಬುನಾದಿಯಾಯಿತು. ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಇಷ್ಟಕ್ಕೆ ನಿಲ್ಲದೆ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬೀಳುವ ವಸ್ತುಗಳು ಚಲಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕೂ ಅವು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ. ವೇಗ—ಕಾಲ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ಎಳೆದು ಚಲಿಸಿದ ದೂರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಅವನು ಅನುಸರಿಸಿದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯವಾದ ವಿಧಾನ. ಇದರಲ್ಲಿ ನಕ್ಷೆಯ ಅಡಿಯಭಾಗವನ್ನು ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣದಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಿ, ಅಂಥ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಭಾಗಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಅಪಾರವಾದಾಗ ಏನಾಗುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ, ಚಲಿಸಿದ ದೂರಕ್ಕೂ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್ ಮೂರನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲೇ ಬಳಸಿದ್ದ. ಮುಂದೆ ನ್ಯೂಟನ್ ಇದೇ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿದು, ಇಂದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಆಧಾರವಾಗಿರುವ ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಬೆಳೆಸಿದ.

ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಸೇಬನ್ನು ನೋಡಿ ನ್ಯೂಟನ್ ತನ್ನ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಎನ್ನುವುದು ಕಟ್ಟುಕಥೆ ಇರಬಹುದು. ಆದರೆ ವಸ್ತುಗಳು ಬೀಳುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಗುರುತ್ವವೆಂದು ಅವನು ಹೇಳಿ ಸಾಧಿಸಿದ್ದು ನಿಜ.

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಎಸೆದ ವಸ್ತುಗಳು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬರಲು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವ ಕಾರಣವಾದರೆ, ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುಹಾಕುವುದಕ್ಕೂ ಅಂತಹುದೇ ಒಂದು ಕಾರಣವಿರಬಾರದೇಕೆ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ನ್ಯೂಟನ್‌ನನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಿತು. ಪರ್ವತದ ಮೇಲೆ ನಿಂತು ಕಲ್ಲೊಂದನ್ನು ಸಮ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಎಸೆದರೆ, ಅದು ಎರಡು ಪರಸ್ಪರ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸಿ, ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಪರವಲಯ (parabola) ಪಥದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿ

ಗುಂಡಾಗಿರದೇ ಸಮತಲವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದು ಬಹುದೂರದಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತಿತ್ತು. ಭೂಮಿಗೆ ವಾತಾವರಣವಿಲ್ಲದೇ ಇದ್ದು, ಎಸೆದ ಕಲ್ಲಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗವಿದ್ದಿದ್ದರೆ, ಅದು ಗುಂಡಾದ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿತ್ತು. ಈಗಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆದ ಕಲ್ಲಿಗೆ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ದಾಟುವಷ್ಟು ವೇಗವನ್ನು ಕೊಟ್ಟು, ಅನಂತರ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗವನ್ನು ಕೊಟ್ಟರೆ ಅದು ಆಕಾಶದಲ್ಲೇ ಇದ್ದುಕೊಂಡು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುಹಾಕುತ್ತದೆ. ಚಂದ್ರ ಇಂತಹ ಒಂದು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಉಪಗ್ರಹವೆ? ಈ ಊಹೆ ಅವನನ್ನು ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಿತು. ನ್ಯೂಟನ್ ಕುಳಿತು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದ. ಈ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲವು ದೂರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಲೋಮ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವಂತೆ ಕಂಡಿತು. ಈ ತೀರ್ಮಾನದ ಪ್ರಕಾರ ವಸ್ತುವು ಮೇಲೆ ಹೋದಷ್ಟೂ, ಅದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸುವುದು ಸುಲಭ!

ಅವನ ವಾದಸರಣಿ ಹಾಗೇ ಮುಂದುವರಿಯಿತು. ಇದು ನಿಜವಾದರೆ ಸೂರ್ಯನೇಕೆ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಬಾರದು? ಉಳಿದ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಕಾರಣವೂ ಸೂರ್ಯನ ಈ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಾಗಿರಬಾರದೇಕೆ? ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹೀಗಿರುವುದಾದರೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಇದು ಅನ್ವಯಿಸಬಾರದೇಕೆ? ಅಂದರೆ ಸೇಬುಗಳು ಕೂಡ ಒಂದೂನ್ನೊಂದು ಆಕರ್ಷಿಸಬೇಕು. ಈ ರೀತಿ ಅವನ ಯೋಚನೆಗಳು ಮುಂದುವರಿದು ಅವನ ಸರ್ವವ್ಯಾಪೀ ಗುರುತ್ವನಿಯಮ ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ವಸ್ತುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು, 18-19ನೇ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಶ್ ಮತ್ತು ಬಾಯ್ಸ್ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ದೃಢಪಡಿಸಿದುವು.

ಗ್ಯಾಮೊರವರು ಇಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತಾರೆ. ಈ ಅಧ್ಯಾಯವನ್ನು ಓದದೇ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಗುರುತ್ವವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಆದರೆ ಅದರ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಅರಿಯಲು ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರುವಷ್ಟು ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನಾದರೂ ಅರಿಯಲೇಬೇಕು.

ಒಂದು ವಸ್ತು ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವಾಗ, ಅದರ ತೂಕವೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿರುವಂತೆ ಅದು ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನವನ್ನು ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರ ತಂದುಕೊಟ್ಟಿತು. ಭೂಮಿಯು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿಸುವುದೇಕೆಂಬುದು ಆಗ ನ್ಯೂಟನ್ನನಿಗೆ ಮನವರಿಕೆಯಾಯಿತು.

ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೊಳಗಾಗಿರುವ ಗ್ರಹಗಳ ಪಥಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹಾಗೂ ಆ ಪಥಗಳು ಇತರ ಗ್ರಹಗಳ ಗುರುತ್ವದಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗುವ ಬಗ್ಗೆ ನ್ಯೂಟನ್ ನಡೆಸಿದ ಪರಿಶೀಲನೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟ ನಂತರ, ಭೂಮಿಯ ಚಲನೆಯ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ವಿವಿಧ ಪ್ರಭಾವಗಳನ್ನು ಲೇಖಕರು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಭೂಮಿ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಅದುಮಿದ ಗೋಳಾಕಾರದಲ್ಲಿದೆಯಷ್ಟೆ? ಉಬ್ಬಿದ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಅಥವಾ ಚಂದ್ರನ ಆಕರ್ಷಣೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುವುದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಅಕ್ಷವು, ಪಥತಲದ ಲಂಬದ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ಶಂಕುವಿನ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತದೆ. ಒಮ್ಮೆ ಅದು ಶಂಕುವನ್ನು ಪೂರ್ತಿ ಮಾಡಲು 25,800 ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕು; ಅಂದರೆ, ಅಕ್ಷವು ಒಂದು ವರ್ಷಕ್ಕೆ 50 ಸೆಕೆಂಡು (ಕೋನ) ಗಳಷ್ಟು ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಭೂಮಿಯ ಚಲನೆಯನ್ನು ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಬುಗುರಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ, ಅದರ ತತ್ವವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸಲು ಗ್ಯಾಮೊರವರು ಬಹಳ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಭೂಮಿಯು ಸುತ್ತುಹಾಕುವಾಗ, ಸೂರ್ಯನ ಕಡೆಗಿರುವ ಭೂಮಿಯ ಭಾಗದ ವೇಗವು ಆಚೆ ಕಡೆಗಿರುವ ಭಾಗದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅದು ಎಂದೋ ಒಡೆದು ಚೂರಾಗಿ ತನ್ನ ಪಥದ ತಲದಲ್ಲಿ ಹರಡಿಕೊಂಡು ಬಿಡುತ್ತಿತ್ತು. ಬದಲು, ಅದು ಈಗ ಪಥದ ತ್ರಿಜ್ಯದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಉಬ್ಬಿದೆ.

ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುಹಾಕುವ ಚಂದ್ರನೂ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ಇದೇ ಪ್ರಭಾವವನ್ನೇ ಬೀರುತ್ತಾನೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ ಪೂರ್ಣಿಮೆ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ ಚಂದ್ರರ ಪ್ರಭಾವಗಳೆರಡೂ ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಸಮುದ್ರದ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಹೆಚ್ಚುತ್ತವೆ. ಬೇರೆ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಕ್ಕೊಂದು ಕೂಡುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಈ ಗುರುತ್ವ ಬಲಗಳಿಂದಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳಿಂದ, ಸಾಗರ–ತಳದಲ್ಲಿ ಘರ್ಷಣೆಯಾಗಿ ಭೂಮಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ವೇಗ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ ಕಾರಣ ದಿನದ ಅವಧಿ ದೀರ್ಘವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೇ ಮುಂದುವರಿದು ಒಂದು ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ದಿನದ ಅವಧಿ 14 ಸೆಕೆಂಡುಗಳಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಋತು ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗಲೀ ಅದರ ಚಲನೆಯಾಗಲೀ ನಮಗೆ ನಿಯತವಾದ ಕಾಲಾಂತರವನ್ನು ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಇದರಂತೆಯೇ, ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಭೂಮಿಯ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಅದರ ಕೋನೀಯ ಆವೇಗ (angular momemtum) ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ಭೂಮಿಯಿಂದ ಅದರ ಅಂತರ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಹಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಗೆ ಅತಿ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿದ್ದು ಈಗ ದೂರ ಸರಿದಿರಬೇಕು. ಹೀಗೆಯೇ ಮುಂದುವರಿದರೆ ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಬಹುದೂರ ಸಾಗಿ ನಮಗೆ ಬೆಳದಿಂಗಳು ಇಲ್ಲದಂತಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಭೂಮಿಯ ದಿನದ ಅವಧಿ ಈಗಿನ ಒಂದು ತಿಂಗಳಷ್ಟಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ

ಚಂದ್ರನ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಭೂಮಿಯು ವೇಗ ಸ್ವಲ್ಪ ಮಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಚಂದ್ರ ಕ್ರಮೇಣ ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರವಾಗುತ್ತಾನೆ. ಕೊನೆಗೆ ಅತಿ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಬಂದು, ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಬಲದಿಂದ ಚೂರು ಚೂರಾಗಿ ಒಡೆದು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ತುಣುಕುಗಳ ಒಂದು ಬಳೆಯಾಗಿ ನಿಲ್ಲಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದೆಲ್ಲಾ ನಡೆಯುವ ವೇಳೆಗೆ ಸೂರ್ಯ ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು, ತನ್ನ ಕುಟುಂಬವನ್ನು ಕತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿಬಿಟ್ಟಿರಲೂಬಹುದು. !

ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲಾ ಪರಸ್ಪರ ಒಂದರಮೇಲೊಂದು ತಮ್ಮ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳ ಪಥದ ಆಕಾರ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರದೆ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಪಥ ಇದುವರೆವಿಗೂ ನಾವು ಭಾವಿಸಿದಂತೆ ಸ್ಥಿರವಾದ ದೀರ್ಘ ವೃತ್ತವಲ್ಲ. ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ನಾಭಿಯೂ (focus) ಅದರ ಕೇಂದ್ರವೂ ಹತ್ತಿರವಿದ್ದು, ನಾಭಿಯು ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಭೂಮಿಯ ಪಥದ ತಲ ಕೂಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ಚಲನೆಗಳ ಹಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ಮತ್ತು ಹಲವು ವರ್ಷಗಳ ಮುಂದಿನ ರೂಪವನ್ನು ಲೇಖಕರು ತಮ್ಮ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಗುರುತ್ವದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ವಾಯುಗುಣವೂ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನಮಗೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಶಾಖಕ್ಕೂ ಇಂದು ಬರುತ್ತಿರುವ ಶಾಖಕ್ಕೂ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಗ್ರಹಗಳ ಸ್ಥಾನ, ಚಲನೆಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಮಾನವನ ಜೀವನವೂ ರೂಪಿತವಾಗುತ್ತದೋ ಇಲ್ಲವೋ, ಆದರೆ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಪ್ರಾಣಿಜೀವನಕ್ಕೆ ಅವುಗಳ ಪ್ರಭಾವ ತಗುಲುವುದಂತೂ ನಿಜ.

ಸ್ವಲ್ಪ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಹೋದ ವಸ್ತುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯಿಂದಾಗಿ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬಂದರೂ, ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆದ ವಸ್ತುಗಳು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬರದೆಯೇ ಇರಬಹುದು. ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗವಿದ್ದಾಗ ಅವು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಹೋದಮೇಲೆ ಅವು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಗ್ರಹಗಳ ಗುರುತ್ವದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ಒಳಪಟ್ಟು ಚಲಿಸಬೇಕಾಗಬಹುದು.

ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ, ಗ್ರಹಗಳಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ 'ಗುರುತ್ವ ಗುಳಿ'ಗಳು ಏರ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಗುಳಿಗಳ ಆಳ ಗ್ರಹದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವದ ಹಂಚಿಕೆ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಷ್ಟು ಹಿನ್ನೆಲೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ ನಂತರ, ಲೇಖಕರು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಗುರುತ್ವದ ಬಗ್ಗೆ ನಡೆದಿರುವ ಜಿಜ್ಞಾಸೆಯನ್ನೂ ಅದರ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಇರಬಹುದಾದ ಕಾರಣವನ್ನೂ ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಗುರುತ್ವದ ಬಗ್ಗೆ ಇಂತಹ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತನ್ನ ಸಾಪೇಕ್ಷ

ವಾದದಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಸಮವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಯಾವುದೇ ಡಬ್ಬಿಯ ಒಳಗೆ ಕುಳಿತಿದ್ದರೆ ಡಬ್ಬಿಯ ಚಲನೆ, ವೇಗ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕನ್ನು ಡಬ್ಬಿಯ ಒಳಗಡೆ ನಡೆಸುವ ಯಾವ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಲೂ ನಿರ್ಣಯಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದು ಅವನ ತತ್ವದ ಮೊದಲ ಆಧಾರಭಾವನೆ.

ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ತಾನು ಕುಳಿತಿರುವಂತೆ ಭಾವಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್. ಅದು ಯಾವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯ ಗುರುತ್ವಕ್ಕೂ ಒಳಪಡದಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗೆ 'ಮೇಲೆ', 'ಕೆಳಗೆ' ಎಂಬುದಿಲ್ಲ. ಪದಾರ್ಥಗಳು ಎಲ್ಲೆಂದರಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತಾ ಇರುತ್ತವೆ. ಈಗ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಚಲಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿನ ಪದಾರ್ಥ ಗಳು ಕೋಣೆಯ ಒಂದು ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ತಗುಲಿನಿಂತು, ಆ ಪಕ್ಕವನ್ನು 'ಕೆಳಗೆ' ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈಗ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎದ್ದುನಿಲ್ಲಬಹುದು. ಅದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ 'ನಿಂತಿರುವ' ಅನುಭವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಚೆಂಡನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ, ಅದು 'ಕೆಳಕ್ಕೆ' (ಕೋಣೆಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ) ಅಷ್ಟೇ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ 'ಬೀಳು'ತ್ತದೆ.

ಎರಡು ಚೆಂಡನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೇ ಬಿಟ್ಟಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಒಟ್ಟಿಗೇ ಕೋಣೆಯ 'ನೆಲ' ವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ. ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸುವಾತ ಈಗ ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಆಗುತ್ತಾನೆ. ಇದು ಬರಿಯ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿ ಸುತ್ತದೆ. ಆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ, ಕೋಣೆಯ ಒಂದು ಪಕ್ಕದಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಎದುರು ಪಕ್ಕವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ 'ಕೆಳ'ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಮುಟ್ಟಿದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕು ಆ ಕೊನೆಯಿಂದ ಈ ಕೊನೆಗೆ ಚಲಿಸುವುದರೊಳಗೆ ಕೋಣೆ ಸ್ವಲ್ಪ 'ಮೇಲಕ್ಕೆ' ಹೋಗಿರುವುದರಿಂದ ಹಾಗಾಗುತ್ತದೆ. ಅವನು 'ಬೆಳಕು ಬಾಗುತ್ತದೆ' ಎಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತಾನೆ!

ಒಂದು ತಿರುಗುವ ಚಕ್ರದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆ ಇದ್ದು, ತಿರುಗುವ ತಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಗೋಲಿಯನ್ನಿಟ್ಟರೆ, ಅದು ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ, ಅಂಚಿನ ಕಡೆಗೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಚಲನೆಯಿಂದ, ಕೋಲಿನ ಉದ್ದ, ಗಡಿಯಾರ, ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ಪ್ರಭಾವಿತವಾಗುತ್ತವೆ.

ಕೋಲಿನ ಉದ್ದ ವೇಗದಿಂದಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ, ಗಡಿಯಾರ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಓಡುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಪರಿಣಾಮದಿಂದಾಗಿ, ತಿರುಗುವ ಮಣೆಯ ಮೇಲೆ 'ಸರಳ ರೇಖೆ'ಗೆ ಬೇರೆಯೇ ರೂಪ ಬರುತ್ತದೆ. ಸರಳರೇಖೆ ಎಂದರೆ, ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳಿಗಿರುವ 'ಕನಿಷ್ಠ ಅಂತರ' ತಾನೆ? ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅದು ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ.

ಅದೇ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲಿರುವ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳಿಗಿರುವ ಕನಿಷ್ಠ ಅಂತರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ರೇಖೆಯು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಬಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ ಗಡಿಯಾರಕ್ಕಿಂತ, ಪರಿಧಿಯ ಮೇಲೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಗಡಿಯಾರ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಓಡುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟ ಅವಳಿ ಸಹೋದರರ ಕಥೆ ಇಲ್ಲಿ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾಗಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಇಬ್ಬರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬನು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿದ್ದಾನೆ, ಮತ್ತೊಬ್ಬನು ಆಕಾಶಯಾನ ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ. ಅವನ ವಾಹನ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಾಟಿಯಾಗುವಷ್ಟು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿ. ಒಬ್ಬನ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಬ್ಬನಿಗೆ ನಿಧಾನವಾಗಿ ವಯಸ್ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯವನು ಯಾವ ತರಹದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೂ ಇಲ್ಲದೇ ಚಲಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅವನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬಂದು ತನ್ನ ಸಹೋದರನನ್ನು ಭೆಟ್ಟಿಯಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಬ್ಬರನ್ನೊಬ್ಬರು ನೋಡಬಹುದು. ಆದರೆ ಆಕಾಶಯಾನಿ ತನ್ನ ವಾಹನಕ್ಕೆ ವೇಗಾಪಕರ್ಷ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿದ್ದ ತನ್ನ ಸಹೋದರನನ್ನು ಕಂಡು ಬೆರಗಾಗಬಹುದೆ?

ಬೆಳಕು ಯಾವಾಗಲೂ ಕನಿಷ್ಠಪಥವನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದಾಗ, ಗುರುತ್ವ ಪ್ರಭಾವವಿರುವ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅದು ಬಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಗೆ ನಮ್ಮ ಹಳೆಯ ಸರಳರೇಖೆಗೆ ಬೇರೆಯೇ ಅರ್ಥಕೊಡಬೇಕೆ? "ಸರಳರೇಖೆಯ ಅರ್ಥ ಬದಲಿಸುವ ಬದಲು ಆಕಾಶವೇ ಬಾಗಿದೆ ಎನ್ನಿ" ಎನ್ನುತ್ತಾನೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್.

ಅಂದರೆ ಗ್ರಹಗಳು ಚಲಿಸುವಾಗ ಆಕಾಶ ಬಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಗುರುತ್ವವೆನ್ನುವುದು ಆಕಾಶ–ಕಾಲ ಅಖಂಡ ಮಾತ್ರ.

ಈಗ ಕಾಲ ಸರಿದಂತೆ, ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಚಲನೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುವ ಗ್ರಹಗಳ ಪಥಗಳ ಭ್ರಮಣೆಯು ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಬಹಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಕಂಡಿದ್ದ ಬುಧಗ್ರಹದ ಪಥದ ಭ್ರಮಣೆ ಇಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಪರಿಣಾಮದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

17–18ನೇ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲೇ ಫ್ಯಾರಡೇ, "ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆ, ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಯೂ ವರ್ಗವಿಲೋಮ ಪ್ರಮಾಣ ನಿಯಮ (Law of inverse squares) ಇರುವುದರಿಂದ ಅವು ಒಂದೇ ಮೂಲದ, ಅಥವಾ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವಾದರೂ ಇರುವ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿರಬಹುದು" ಎಂದು ಭಾವಿಸಿ ತನ್ನ ಭಾವನೆಯನ್ನು ಸ್ಥಿರೀಕರಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಪ್ರಯತ್ನಮಾಡಿ ಕೊನೆಗೆ ಕೈಬಿಟ್ಟಿದ್ದ.

ಹಾಗೆಂದರೇನು? ನ್ಯೂಟನ್ ಇಂದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ವರೆಗೆ ನಡೆದುಬಂದ ಈ ತತ್ವ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಒಂದು ಅರಮನೆಯಲ್ಲಿ ಸೆಟೆದು ಕೂರಬೇಕೆ? ಬೇರೆ ಯಾವ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆಯೊಂದಿಗೂ ಇದಕ್ಕೆ ಗೆಳೆತನ ಬೇಡವೆ?

ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಬೆಳಿಸಿದ ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರದ ತತ್ವವೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ತತ್ವವೇ ಮಾದರಿಯಾಗಿದ್ದರೂ, ಅದು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿಯೇ ನಿಂತಿದೆ.

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಮತ್ತೆಲ್ಲ ಅಧ್ಯಯನ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳೂ ಮುಂದೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರೂ ಗುರುತ್ವದ ಬಗ್ಗೆ ಮಾತ್ರ ಏಕೆ ಏನೂ ಪ್ರಗತಿಯಾಗಿಲ್ಲ? ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಡಬೇಕಾದ್ದನ್ನೆಲ್ಲಾ ಮಾಡಿ ಈ ಶತಮಾನದವರಿಗೆ ಏನೂ ಉಳಿಸಿಲ್ಲವೆಂದೆ? ಅಥವಾ ಆ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಷೇತ್ರ ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಡಲೆಯೆ?

ಗುರುತ್ವವು ಆಕಾಶ–ಕಾಲ ಅಖಂಡ ಎಂದು ಸಾರಿದ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಇಂತಹ ಒಂದು ರೂಪವನ್ನು ಕೊಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ. ಅದನ್ನು ಪೂರೈಸುವ ಮೊದಲೇ ವಿಧಿ ಅವನನ್ನು ಕೊಂಡೊಯ್ದಿತು. ಈಗ ನಮಗೇನಾದರೂ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಸರಳವಾದ ತತ್ವ ಬೇಕಾದರೆ ಮೂಲಕಣಗಳ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸ್ವಭಾವದ ಪರಿಚಯದಿಂದ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದೆನಿಸುತ್ತದೆ.

ಆದರೆ ಇಲ್ಲೊಂದು ಮಾತು. ವಿದ್ಯುತ್ ಆಕರ್ಷಣೆಗಿಂತಲೂ, ಈ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ, 10^{40}ರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ. ಈ ಪ್ರಮಾಣವು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ವಯಸ್ಸಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಈ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೇಲೆ ಕಾಲದ ಪ್ರಭಾವವಿದ್ದೇ ಇದೆ. ಆದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಕಾಂತ ಆಕರ್ಷಣೆಗೆ ಹೀಗೆ 'ವಯಸ್ಸಾ'ಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಮಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್‌ನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಾಟಿ ಎನಿಸುವ ಈ ಗುರುತ್ವ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಅಂತಹುದೇ ಗುಣಗಳನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾದರೆ, ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುದಂಶದ ಸುತ್ತಲೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಯು ಏಳುವಂತೆ, ಕಂಪಿಸುವ ವಸ್ತುವಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಗುರುತ್ವದ ಅಲೆ ಏಳಬೇಕು. ಇಂತಹ ಅಲೆಗಳು ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂಬುದನ್ನೂ, ಅವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ತನ್ನ ವಿಸ್ತೃತ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದನು. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಶಕ್ತಿ, ಅಂದರೆ ಆ ಅಲೆಗಳ ಕಂಪನವಿಸ್ತಾರ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳಂತೆ, ಗುರುತ್ವದ ಅಲೆಗಳೂ ಶಕ್ತಿಯ ಪುಟ್ಟ ಪುಡಿಕೆಗಳ ಮೊತ್ತವೆ? ಪಿ. ಎ. ಎಮ್. ಡಿರಾಕ್‌ರವರು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ನೀಡಿದ್ದಾರೆ. ಬೆಳಕಿಗೆ ಫೋಟಾನ್ ಇರುವಂತೆ, ಗುರುತ್ವಕ್ಕೆ 'ಗ್ರಾವಿಟಾನ್' (graviton) ಉಂಟು. ಇದು ಗುರುತ್ವ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೂಲಕಣ.

ಬಹಳ ದುರ್ಬಲ ಅಲೆಗಳಾದ್ದರಿಂದ ಇವು ಜಡವಸ್ತುಗಳ ಸ್ವಭಾವದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರದೇ ಇರಬಹುದು. ಆದರೆ ಮೂಲಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವಷ್ಟಾದರೂ ಅವು ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿಲ್ಲವೇ?

ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ನಾಲ್ಕು

ಮಾಡಿರುವುವು. (1) ಅತ್ಯಂತ ಬಲಯುತವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆ (2) ಅಣುಕೇಂದ್ರದ ಬೀಟ ವಿಸರ್ಜನೆ (3) ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ರಿಯೆ (4) ಅತಿ ದುರ್ಬಲವಾದ ಗುರುತ್ವ ಕ್ರಿಯೆ.

ಬೀಟ ವಿಸರ್ಜನೆಯಲ್ಲಿ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಬರುವ ನ್ಯೂಟ್ರೀನೋವಿಗೂ, ಗ್ರಾವಿಟಾನ್‌ಗೂ ಏನು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ? ಉದ್ರಿಕ್ತ ಪರಮಾಣು ಬೀಜವೊಂದು ನ್ಯೂಟ್ರೀನೋ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಟ್ರೀನೋಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಬಾರದೆ ? ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭ ಇದುವರೆವಿಗೆ ಕಂಡಿಲ್ಲ. ಇದೂ ನಮ್ಮ ಗುರುತ್ವ ಕ್ರಿಯೆಯಂತೆಯೇ ಅಪರೂಪವಾಗಿ, ದುರ್ಬಲವಾಗಿ ಇರಬಹುದು.

ಹೆಚ್. ಜಿ. ವೆಲ್ಸರ ಕಾದಂಬರಿಯೊಂದರ ಸಾರಾಂಶ ಹೀಗಿದೆ : ಶ್ರೀ ಕೇವರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೊಬ್ಬನು, ಕೇವರೈಟ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಾನೆ. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ವಿಶೇಷ ಗುಣವೆಂದರೆ, ಅದು ಗುರುತ್ವವನ್ನು ತನ್ನ ಮೂಲಕ ಹೋಗಗೊಡುವುದಿಲ್ಲ. ತಾಮ್ರದ ಹಾಳೆಯು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೂ ಕಬ್ಬಿಣದ ಹಾಳೆಯು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೂ ತಡೆಯುವ ಹಾಗೆ ಕೇವರೈಟ್‌ನ ಹಾಳೆ ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ತಡೆಯುತ್ತದೆ. ಆ ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಇಂತಹ ವಸ್ತುವಿನ ಗೋಳವನ್ನು ರಚಿಸಿ ಅದರೊಳಗೆ ಕುಳಿತು, ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗಿರುವ ಅದರ ಕಿಟಿಕಿಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ, ಚಂದ್ರಾಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ ಕಿಟಿಕಿಗಳನ್ನು ತೆರೆಯುತ್ತಾನೆ. ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ಹೊರತಾಗಿ, ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಒಳಗಾದ ಅವನ ಗೋಳ ನೇರವಾಗಿ ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ ಪ್ರಯಾಣ ಬೆಳಸುತ್ತದೆ ! ಇದೇಕೆ ನಿಜವಾಗಬಾರದು ?

ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರವೂ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೂ ವಸ್ತುರಚನೆಯೊಂದಿಗೆ ಹೆಣೆದುಕೊಂಡಿದೆಯಷ್ಟೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರವೂ ಇರಬೇಕಾದರೆ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಋಣ, ಧನ, ಗುರುತ್ವದ್ವೈವಿಧ್ಯವಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಋಣ ಗುರುತ್ವದ ಮೂಲಕಣಗಳಿನ್ನೂ ನಮಗೆ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಈ ಗುರುತ್ವದಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ ಇನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ.

ಆದರೆ " ಪ್ರತಿ ಗ್ರಾವಿಟಾನ್ " (anti graviton) ಇರಬಾರದೆ ? ಇದರ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳು, ತತ್ವಜಿಜ್ಞಾಸೆಗಳು ಇನ್ನೂ ನಡೆಯಬೇಕಷ್ಟೆ. ಮುಂದೆ ಎಂದಾದರೂ ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಕಣಗಳಿವೆ ಎಂದೂ ಅವಕ್ಕೆ ಋಣ ಗುರುತ್ವವಿದೆ ಎಂದೂ ಸಿದ್ಧವಾದರೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ನ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ಅಪವಾದ ಸಿದ್ಧವಾದಂತೆ. ಆಗ ಅಂತಹ ವಸ್ತುವನ್ನು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನ ಆ ' ಪ್ರಯೋಗ ಕೋಣೆ ' ಯಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟರೆ ಅದು ಎರಡರಷ್ಟು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ' ಮೇಲ 'ಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದ ವಿವರಣೆಗೆ ನ್ಯೂಟನ್‌ನ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮ ಸಹಕರಿಸುತ್ತದೋ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನ ಗುರುತ್ವ ನಿಯಮ ಸಹಾಯಮಾಡುತ್ತದೋ ಕಾದು ನೋಡಬೇಕು.

ಮೊದಲೇ ಹೇಳಿದಂತೆ ಇದು ಜಾರ್ಜ್ ಗ್ಯಾಮೊ ಅವರ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿರುವ ವಿಷಯಗಳ ಸ್ಥೂಲಪರಿಚಯ ಮಾತ್ರ. ಅವರ ಸರಳನಿರೂಪಣೆ, ಅವರು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಚಿತ್ರಗಳ ಸೊಬಗನ್ನು ಸವಿಯಲು ಮೂಲಪುಸ್ತಕವನ್ನೇ ಓದಬೇಕು.

(i) ಬೀಜರೇಖಾಗಣಿತ ಮತ್ತು ತ್ರಿಕೋಣಮಿತಿ (ಮೊದಲನೆ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ತರಗತಿಗೆ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ); ಲೇಖಕರು: ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಬೆಂಗಳೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಕಾಶನ ವಿಭಾಗ, 1968; ಪುಟ: 236; ಬೆಲೆ: ರೂ. 3–20.

(ii) **Introduction to Mathematical Logic** ಗಣಿತ ತರ್ಕ ಪ್ರವೇಶಿಕೆ; ಲೇಖಕರು: ಪ್ರೊ. ಎಫ್. ಜಿ. ನರೋನ್ಹಾ, ಡಾ. ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್, ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್, ಡಿ. ಎಸ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರಯ್ಯ; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಬೆಂಗಳೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಕಾಶನ ವಿಭಾಗ, 1968; ಪುಟ: 52+2; ಬೆಲೆ: ರೂ, 2–00.

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಪುಸ್ತಕ ಬೆಂಗಳೂರು ವಿ. ವಿ.ದ ಮೊದಲನೆಯ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ತರಗತಿಗೆ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವಾಗಿ ಬರೆದದ್ದು. ಬೀಜರೇಖಾಗಣಿತವನ್ನು ಮೊದಲನೆಯ ಪಾಠದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ಸರಳರೇಖೆಯಿಂದ ಹೈಪರ್ಬೋಲಾವರೆಗೂ ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಪುಸ್ತಕದ ಎರಡನೆಯ ಭಾಗವಾದ ತ್ರಿಕೋಣಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸಮೀಕರಣಗಳು, ಪ್ರತಿಲೋಮ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು, ಮಿಶ್ರಸಂಖ್ಯೆಗಳು, ಹೈಪರ್ಬೋಲೀಯ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು ಮತ್ತು ತ್ರಿಕೋಣಮಿತೀಯ ಶ್ರೇಣಿಗಳ ಮೊತ್ತ ಎಂಬ ಐದು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುವಂತೆ ಕೆಲವು ಮಾತುಗಳನ್ನು ಹೇಳಬಹುದು. ಬರವಣಿಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟವೂ ಸರಳವೂ ಆಗಿದೆ. ಪ್ರಮೇಯಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಮಾಮೂಲಿ ರೀತಿಯ ಅನೇಕ ಲೆಕ್ಕಗಳನ್ನು ಮಾದರಿ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಿಡಿಸಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸಾಕಷ್ಟು ಚಿತ್ರಗಳೂ ಇವೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೇ ಸ್ವಂತವಾಗಿ ಬಿಡಿಸಲು ಅವನ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಅನೇಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಪುಸ್ತಕದ ಕಡೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರಗಳೂ ಕನ್ನಡ–ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್–ಕನ್ನಡ ಅನುಬಂಧಗಳೂ ಇವೆ.

ಇರುವ ಮೂರು ಶಂಕುಜ (ಪು. 80)ಗಳಿಗೆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತ, ಪೆರಾಬೊಲಾ ಮತ್ತು ಹೈಪರ್ಬೋಲಾ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಮೂರರ ಪೈಕಿ ಒಂದಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಭಾರತೀಯ ಪದವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಉಳಿದೆರಡಕ್ಕೆ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪದಗಳನ್ನೇ ಬಳಸಿರುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ತಿಳಿಯದು. ಪೆರಾಬೊಲಾವನ್ನು ಪರವಲಯ ಎಂಬುದಾಗಿಯೂ ಹೈಪರ್ಬೋಲಾವನ್ನು ಅತಿಪರವಲಯ ಎಂಬುದಾಗಿಯೂ ಭಾರತೀಯ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಈ ಪದಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು ಅಥವಾ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಬದಲು ಎಲಿಪ್ಸ್ ಎಂದೇ ಹೇಳಬಹುದಾಗಿತ್ತು.

ಬರೆಯುವಾಗ ಮತ್ತು ಅಚ್ಚಿನಲ್ಲಿ "1 ರ", "3 ನೇ" ಮುಂತಾದುವು ಗಳನ್ನು (ಪು. 191) ಸೇರಿಸಿ "1ರ", "3ನೇ" ಎಂಬ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸುವು ದೊಳ್ಳೆಯದು.

ಒಳ್ಳೆಯ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಸಂಪ್ರದಾಯದಂತೆ ಹಲವು ಪಂಕ್ತಿಗಳ ಕಡೆಯಲ್ಲಿ (ಉದಾ: ಪುಟ 206, ಸಾಲುಗಳು 8, 9, 10, 11) ಒಂದು ಅಲ್ಪ ವಿರಾಮ ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೂ ಉತ್ತಮವಾದುದೆಂದರೆ ಒಂದು ಅರ್ಧವಿರಾಮ ಬರುವುದು ಸೂಕ್ತ.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಪುಸ್ತಕವು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮಟ್ಟ ಮತ್ತು ಪಠ್ಯಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣ ವಾಗಿದ್ದು ಬಹು ಉಪಯೋಗಕರವಾಗಿದೆ. ಸರಾಸರಿ ಮಟ್ಟದ ಮೇಲಿರುವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿಯೂ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಓದಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯ. ಶ್ರೀ. ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್ ಅವರು ಇದೇ ರೀತಿ ಇತರ ಗಣಿತ ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೆ ಕನ್ನಡ ಗಣಿತಸಾಹಿತ್ಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳುವುದು.

ಎರಡನೆಯ ಪುಸ್ತಕವಾದ ಗಣಿತ ತರ್ಕ ಪ್ರವೇಶಿಕೆಯು ಬೆಂಗಳೂರು ವಿ.ವಿ.ದ ಎರಡನೆಯ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ತರಗತಿಗೆ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವಾಗಿ ರಚಿತವಾಗಿದೆ. ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಓದಿರುವ ಯಾವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೇ ಆಗಲಿ, ತರ್ಕಬದ್ಧವಾಗಿ ಮಾತ ನಾಡಲು ಅಥವಾ ಬರೆಯಲು ಇಷ್ಟಪಟ್ಟರೆ, ಈ ಪುಟ್ಟ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರುವಷ್ಟು ತರ್ಕದ ಜ್ಞಾನವನ್ನಾದರೂ ಪಡೆದಿರಲೇಬೇಕು. ಸಂಕೇತಗಳಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಉಕ್ತಿಗಳು, ಸಂಯೋಜಕಗಳು, ನಿಜಮೌಲ್ಯ ಕೋಷ್ಟಕಗಳು, ನಿತ್ಯಸತ್ಯಗಳು, ಸಂಖ್ಯಾವಾಚಕಗಳು ಮತ್ತು ಆಖ್ಯಾತಗಳು ಎಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ಚರ್ಚಿತವಾಗಿವೆ. ಹೊಸ ವಿಷಯವಾದ ಗಣಿತ ತರ್ಕವನ್ನು ಓದುಗರು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಅನೇಕ ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಬಿಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಲಾಭಕ್ಕೋಸ್ಕರ "ಅಭ್ಯಾಸ"ಗಳೂ ಇವೆ. ಪುಸ್ತಕದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರಗಳೂ ಇಂಗ್ಲಿಷ್-ಕನ್ನಡ ಅನುಬಂಧವೂ ಇವೆ.

ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ತೆಗೆದ ತಕ್ಷಣ ಒಂದು "ವಿಷಯಾನುಕ್ರಮಣಿಕೆ" ಇಲ್ಲದಿರು ವುದು ಕೊಂಚ ನಿರಾಶೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಒಂದೇ ಪ್ರಬಂಧದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆದಿದ್ದರೂ ವಿವಿಧ ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿ ಮೊದಲಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಷಯಸೂಚಿಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಪುಸ್ತಕದ ಆಳ ಏನೆಂಬುದು ತಕ್ಷಣ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮತ್ತು ಕನ್ನಡ ಎರಡು ಭಾಷೆಯಲ್ಲೂ ಬರೆದು ಹಾಳೆಯ ಒಂದು ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮತ್ತು ಅದರ ಎದುರಗಡೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಇನ್ನೊಂದು ಹಾಳೆಯ ಒಂದು ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡ ಈ ರೀತಿ ಇದ್ದು ಈ ಕಾರಣ ದಿಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಹಾಯ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ.

ಆದರೆ ಪುಸ್ತಕದ ಗಾತ್ರ ಅನಾವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಶೇಕಡ 100ಭಾಗ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕೊಂಡು ಕೊಳ್ಳಲಿಚ್ಛಿಸುವ ಬಡ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ಭಾರ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ವಿದ್ವತ್ತು ಮತ್ತು ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಹೆಸರಾಗಿರುವ ನಾಲ್ವರು ಮಹನೀಯರುಗಳು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಬರೆದಿರುವ ಈ ಪುಸ್ತಕ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

ಈ ರೀತಿಯ ಗಣಿತಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಹೊರತರುವ ಸಾಹಸ ಮಾಡಿರುವ ಬೆಂಗಳೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಕಾಶನ ವಿಭಾಗದ ಅಧಿಕಾರಿಗಳು ಕನ್ನಡಾಭಿಮಾನಿಗಳೆಲ್ಲರ ಅಭಿವಂದನೆ ಮತ್ತು ಅಭಿನಂದನೆಗಳಿಗೆ ಅರ್ಹರು.

ವಿ. ಕೆ. ದೊರೆಸ್ವಾಮಿ

ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳು, ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಉಪನ್ಯಾಸ ಗ್ರಂಥ ಮಾಲೆ–63 ; ಲೇಖಕರು: ಎಂ. ಎಸ್. ಎಸ್. ರಾವ್; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ಧಾರವಾಡ, 1967 ; ಪುಟ: 67 ; ಬೆಲೆ: 25 ಪೈಸೆ.

"ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ನಿಖರತೆ ಮತ್ತು ನಿರೂಪಣೆಗೆ ಕುಂದುಬರಬಾರದು, ಆದರೆ ವಿಷಯ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ ಪರಿಪೂರ್ಣವೂ ಸರಳವೂ ಆಗಿರಬೇಕು" ಎಂಬ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಈ ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಯನ್ನು ಬರೆದುದಾಗಿ ಲೇಖಕರು ತಮ್ಮ "ಅರಿಕೆ"ಯಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಈ ಉದ್ದೇಶ ಇಲ್ಲಿ ನೆರವೇರಿಲ್ಲವೆಂದು ವಿಷಾದದಿಂದ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಒಂದನೆಯದಾಗಿ, ಈ ಸಮೀಕ್ಷೆ ಪರಿಪೂರ್ಣವಾದುದಲ್ಲ. ಎಂಜೈಮ್ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣ, ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ, ಬೃಹದಣುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ, ಇಂಟರ್ ಮೀಡಿಯರಿ ಮೆಟಾಬೊಲಿಸಂ—ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಜೈಮುಗಳ ಪಾತ್ರ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಾಗಣೆ ಮೊದಲಾದವು ಜೀವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಈಚೆಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವ ಕುತೂಹಲಕರ ಸಂಗತಿಗಳು. ಇಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಹೆಸರೇ ಇಲ್ಲ.

ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಲೇಖಕರ ಶೈಲಿ ಸರಳವಾಗಿಲ್ಲ. ವಿಷಯವನ್ನು ವಿಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಯಾವ ಕ್ರಮವೂ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಹೇಳಿದ್ದನ್ನೇ ತಿರುತಿರುಗಿ ಹೇಳುವಂತಾಗಿದೆ. ಇದೇ 65 ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಸರಳವಾದ ಸಂಗ್ರಹವಾದ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ತರ್ಕಬದ್ಧವಾಗಿ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟೋ ಹೆಚ್ಚು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು ಎಂಬುದು ವಿಮರ್ಶಕನ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಚಾರಿತ್ರಿಕ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೂ (1-2ನೇ ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು 37-38ನೇ ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ 24-25ನೇ ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ) ಅವು ಅಷ್ಟುಸಮರ್ಪಕವಾಗಿಲ್ಲ. ಎಂಜೈಮುಗಳ ಗುಣಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಗಳೆಂದು

ವಿಭಾಗಿಸಿರುವುದು ಕೃತಕ ಮತ್ತು ಅನಾವಶ್ಯಕ. ಅವುಗಳ ರಚನೆ, ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ನಿರೂಪಣೆ ತೊಡಕು ತೊಡಕಾಗಿ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೋ ಹಂಚಿ ಹೋಗಿವೆ, ಹಾಗೂ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿದೆ. "ಎಂಜೈಮುಗಳು ಮತ್ತು ವಂಶವಾಹಿಗಳು" ಎಂಬ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ (ಪುಟ 44) ಬಹು ಕುತೂಹಲ ಪ್ರಚೋದಕವಾದ ಇವೆರಡರ ನಡುವಿನ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕುರಿತು ಏನೂಹೇಳಿಲ್ಲ. "ಜೀನ್" ಎಂದು ಸುಮ್ಮನೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾಗಿದೆಯೇ ವಿನಾ ಮತ್ತೇನೂ ಅದರ ಬಗೆಗೆ ಹೇಳಿಲ್ಲ. "ರೈಬೋ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೇಸ್" "ಕಾರ್ಯಬಿಂದು" "ಟ್ರಿಪ್ಸಿನ್" ಎಂಜೈಮ್ ಮತ್ತು ವಿಟಮಿನ್ನುಗಳು"—ಇವುಗಳ ವಿವರಣೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿಯೂ ಇಲ್ಲ, ಸುಸಂಬದ್ಧ ವಾಗಿಯೂ ಇಲ್ಲ. ಎಂಜೈಮಿನ ಸ್ವರೂಪದ ವಿಷಯವಾಗಿ ಎಷ್ಟೋ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದ್ದರೂ ಇಲ್ಲಿ ಅದರ ಬಗೆಗೆ ಬರೆದಿರುವುದು ಬಹು ಸ್ವಲ್ಪ. ಕೊನೆಯ ವಿಭಾಗ ವಾದ "ವಿಶೇಷ ಪಾತ್ರ"ದಲ್ಲಿ ಬರಿಯ ಅಮುಖ್ಯ ವಿಷಯುಗಳೇ ಇವೆ.

ಮೂರನೆಯದಾಗಿ, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ವಿಷಯ ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ತಪ್ಪುಗಳಿವೆ. "ಜೈಮೇಸು" ಒಂದೇ ಎಂಜೈಮು ಎಂದು 7ನೇ ಪುಟದಲ್ಲಿಹೇಳಿದೆ. ಇದು ಸರಿಯಲ್ಲ. ಹಿಂದೆ ಇದು ಒಂದೇ ಎಂಜೈಮೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಈಗ ಇದು ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್ ಫರ್ಮೆಂಟೇಷನ್ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ 13 ಎಂಜೈಮುಗಳ ಸಮೂಹವೆಂದು ಖಚಿತವಾಗಿದೆ. ಈಗ ಈ ಪದವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದೇ ಇಲ್ಲ. 21ನೆ ಪುಟದ ಎಂಜೈಮ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪಟ್ಟಿಯ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳು ಸರಿಯಿಲ್ಲ* :

$$\text{ಗ್ಲೂಕೋಸು} + \text{ಫಾಸ್ಫೇಟು}* \rightleftharpoons \text{ಗ್ಲೂಕೋಸು} - 6 - \text{ಫಾಸ್ಫೇಟ್}$$

$$\text{ಗ್ಲೂ} - 1 - \text{ಫಾ} \rightleftharpoons \text{ಗ್ಲೈಕೊಜೆನ್ ಫಾಸ್ಫೇಟ್}*$$

ಇವೆರಡು ಹಂತಗಳೂ ತಪ್ಪು. 40ನೆ ಪುಟದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿರುವ "ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಅಂಶವಿರದ ಎಂಜೈಮುಗಳನ್ನು" ಇದುವರೆಗೆ ಯಾವ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿಲ್ಲ. ಜೈಮೊಜೆನ್‌ಗಳ ವಿವರಣೆಯೂ ತಪ್ಪು. ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಯುವುದೆಲ್ಲಿ ಎಂಬುದನ್ನು ಲೇಖಕರು ಅರಿತಿ ದ್ದಾರೆಯೇ?

ಲೇಖಕರು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಎಂಜೈಮ್ ವರ್ಗೀಕರಣ (ಪುಟ 11-17) ವಿಚಿತ್ರ ವಾಗಿದೆ. 1961ರಿಂದ ಎಂಜೈಮುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಂದು ಅಂತರ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯವಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿದೆಯೆಂಬುದು ಲೇಖಕರಿಗೆ ತಿಳಿದಿರಲಾರದು.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಈ ಪುಸ್ತಕ ಓದುಗರಿಗೆ ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳು ವಂತಿಲ್ಲ. ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪುಸ್ತಕ ಬರೆಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಪ್ರಶಂಸನೀಯವೇ.

ಆದರೆ ಬರೆಯುವ ಮೊದಲು ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಷಯವನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಬರೆಯುವುದು ಸರಿಯಾದ ಮಾರ್ಗ. ಲೇಖಕರ ಮುಂದಿನ ಪ್ರಯತ್ನ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಲಿ ಎಂಬುದು ನನ್ನ ಹಾರೈಕೆ.

ಡಾ. ಎಂ. ಆರ್. ರಾಘವೇಂದ್ರರಾವ್

ಗೋಧಿ : (ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ–156); ಲೇಖಕರು : ಜಿ. ವಿ. ಬಿ. ನಾಯ್ಡು ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, 1968 ; ಬೆಲೆ : ಸಾಧಾರಣ ಪ್ರತಿ, 25 ಪೈಸೆ ; ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ, 37 ಪೈಸೆ.

ಗೋಧಿಯ ವಿಷಯವು ಅತ್ಯಂತ ವಿಸ್ತೃತವಿದ್ದರೂ ಲೇಖಕರು "ಗೋಧಿ" ಎಂಬ ಶಿರೋನಾಮೆಯ ಈ ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಯಲ್ಲಿ ಮಹತ್ವದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ರೈತನಿಗೆ ತಿಳಿಯುವಂತೆ ವಿದಿತಪಡಿಸಲು ಯತ್ನಿಸಿರುವುದು ತುಂಬಾ ಗಮನಾರ್ಹ. ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ "ಬೊಂಬಾಯಿ ರಾಜ್ಯ"ದ ಬದಲಾಗಿ "ಮಹಾರಾಷ್ಟ್ರ"ವೆಂದೂ, "ಸೌರಾಷ್ಟ್ರ"ದ ಬದಲಾಗಿ "ಗುಜರಾಥ"ವೆಂದೂ ಇರಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿಯ (Table) ಅಂಕೆ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಆಧಾರಸಹಿತವಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವುದು ಅಭಿನಂದನೀಯ. ಭಾರತದ ವಿವಿಧ ರಾಜ್ಯಗಳ ಬೆಳೆಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಹಾಗೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಮಾಹಿತಿಯೊಡನೆ ಮೈಸೂರು ರಾಜ್ಯದ ವಿವಿಧ ಜಿಲ್ಲೆಗಳ ಬಗೆಗೂ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಓದುಗರಿಗೆ ತುಂಬಾ ನೆರವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. "ಜಾತಿ ವೈವಿಧ್ಯತೆ" ಎಂಬ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಗೋಧಿಯ ಬಗ್ಗೆ ವಿಶೇಷ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ದೊರಕಿಸಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. "ಭೂಗುಣ" ಎಂಬ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಈಗ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಇಳುವರಿಯ ಗೋಧಿ ಬೆಳೆಯುವ ತುಂಗಭದ್ರ ನೀರಾವರಿ ಪ್ರದೇಶಗಳಾದ ಬಳ್ಳಾರಿ, ರಾಯಚೂರು ಜಿಲ್ಲೆಗಳನ್ನೇ ಮರೆತುಬಿಟ್ಟಿರುವುದು ಒಂದು ವಿಕ್ಷೇಪಲೋಪ (ಪು. 24-25). ಲೇಖಕರು ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಶಬ್ದಗಳಿಗೆ ತಕ್ಕ ಕನ್ನಡ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಬಳಸಲು ಶ್ರಮ ವಹಿಸಿದ್ದು ಗಮನಾರ್ಹವಾದರೂ ಹಲವೊಂದು ಶಬ್ದಗಳು ಮೈಸೂರು ರಾಜ್ಯದ ಇತರ ಗ್ರಾಮೀಣ ರೈತರಿಗೆ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಕಠಿಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಉದಾ : ಗೋಧಿಗಿಡದ ಬದಲಾಗಿ ಗೋಧಿ ಹುಲ್ಲು ಎಂಬುದು ವಿಹಿತ (ಪು. 32); ಬೆಳೆ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಬೆಳೆಕಾಲ್ಗೈ ಅಥವಾ ಬೆಳೆಗೈತ (ಪು. 65); ಗೆಣ್ಣು ಶಬ್ದದ ಬದಲಾಗಿ ಗಳಲು (ಪು. 27); ಕಣೆಯ ಬದಲಾಗಿ ಶೆರಗು; ಉತ್ತಮ ಮೇವಿನ ಹುಲ್ಲು ಎಂಬುದರ ಬದಲಾಗಿ ಉತ್ತಮ ಹೊಟ್ಟು ಕೊಡಬಲ್ಲ ಗೋಧಿ; ಗೋಧಿಯ ಮುಳ್ಳು ಎಂಬ ಶಬ್ದಕ್ಕೆ ಊಬು; ಬೆಳಸು ಎಂಬ ಪದಕ್ಕೆ ಬೆಳೆ ಎಂಬ ಶಬ್ದಗಳ ಬಳಕೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಬಹುದಿತ್ತು. ಇದಲ್ಲದೆ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಇಳುವರಿ ಹಾಗೂ ಇತರ ಅಂಕಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬ್ರಿಟಿಷ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಡದೇ ಕೇವಲ ಮೆಟ್ರಿಕ್ ಪದ್ಧತಿಯೊಂದರಲ್ಲೇ ಕೊಡಬಹುದಾಗಿತ್ತು.

"ಬೆಳಸು ವಿಧಾನ" ಎಂಬ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಗೊಬ್ಬರದ ಸಿಫಾರಸು ಈಗಿನ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆಗಳ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಮೇಲೆ ಆಧಾರಿತವಾಗಿದ್ದರೆ ಒಳಿತಾಗುತ್ತಿತ್ತು ಉದಾ: ನೀರಾವರಿಯಿಂದ ಬೆಳೆಯಲಾಗುವ ಗೋಧಿಗೆ ಕೇವಲ 100 ಕೆ.ಜಿ. ಅಮೋನಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್, 62 ಕೆ.ಜಿ. ಸುಪರ್ ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ. ಇದರ ಎರಡರಷ್ಟು ಕೊಡುವದು ಯೋಗ್ಯ. ಅದರಂತೆ 6″ ಇಲ್ಲವೆ 9″ಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಗೋಧಿ ಬಿತ್ತುವದರಿಂದ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಇಳುವರಿ ಕೊಟ್ಟುದುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಕಾರಣ ಈ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿಯ ಸಿಫಾರಸು ಸದ್ಯದ ಪ್ರಾತ್ಯಕ್ಷಿಕೆಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೆ ರೈತರಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯೋಗವಾಗುತುತ್ತಿತ್ತು. ಇಲ್ಲಿಯ ವಿಷಯಗಳು ತುಂಬಾ ಹಳೆಯವಾಗಿವೆ.

ಬಿತ್ತುವ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಈಗ ಹೊಸದಾಗಿ ರಚಿಸಲಾದ ಬೀಜ ಮತ್ತು ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲಕ್ಕೆ ಬಿತ್ತುವ ಕೂರಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಅವುಗಳ ಮಾಹಿತಿ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಅತಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಅದರಂತೆ "ಕಟಾವು ಮತ್ತು ಒಕ್ಕಣೆ" ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಗೋಧಿ ತುಳಿಸುವ ಯಂತ್ರದ (Olphad wheat thresher) ಬಗ್ಗೆ ಬರೆದಿಲ್ಲ. ಗೋಧಿ ಬೆಳೆಯುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಶ್ರಮ ಮತ್ತು ವೇಳೆ ಉಳಿಸುವ ಸಾಧನ ಸಲಕರಣೆಗಳ ವಿವರಣೆ ತುಂಬಾ ಅಗತ್ಯ.

ಸಸ್ಯಸಂರಕ್ಷಣೆ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೀಟ ಹಾಗೂ ರೋಗ ನಿವಾರಣೆಗೆ ಆಯಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದು ಬಹಳ ಉಪಯುಕ್ತವಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಬಳಸುವ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೆ ರೈತರಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ನೆರವಾಗುತ್ತಿತ್ತು.

ಕೇವಲ ಒಂದು ಎಕರೆ ಬೆಳೆಯಿಂದ ರೈತ ನೀರಾವರಿ ಹಾಗೂ ಖುಷ್ಕಿ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಖರ್ಚನ್ನು ತೆಗೆದು ಎಷ್ಟು ಲಾಭ ಪಡೆಯಬಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದರೆ ರೈತನು ತಾನು ಬೆಳೆಯುವ ಇತರ ಬೆಳೆಗಳ ಲಾಭದೊಂದಿಗೆ ತುಲನೆ ಮಾಡಿ ನೋಡಬಹುದಾಗಿತ್ತು.

ಈ ಹೊತ್ತಗೆಯ ಉಪಯೋಗ ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೈಸೂರು ರಾಜ್ಯದ ರೈತರಿಗಾದ ಕಾರಣ, ಮೈಸೂರು ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿಯ ಗೋಧಿ ಸಾಗುವಳಿಯ ಬಗೆಗೆ ವಿಶೇಷ ಮಾಹಿತಿ ಕೊಡುವದು ಸಮಂಜಸ. ಈ ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆ ಕೇವಲ 82 ಪುಟಗಳಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗದೆ ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಲಾದ ಆವಶ್ಯಕ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡು ವಿಸ್ತೃತಗೊಂಡಿದ್ದರೆ, ರೈತರಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ನೀಡಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಆದರೂ ಈ ಹೊತ್ತಗೆ ಕೃಷಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೆಟ್ಟಿಲು ಆಗಿದೆ ಅಂದರೆ ಅತಿಶಯೋಕ್ತಿ ಏನಲ್ಲ. ದೇಶವಿದೇಶಗಳಲ್ಲಿಯ ಗೋಧಿ ಬೆಳೆಯ ಬಗೆಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ರೈತನಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿದೆ. ಒಟ್ಟಿನ ಮೇಲೆ ಈ ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಯು ಓದುಗರ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಬೀರುವದರಲ್ಲಿ ಯಾವ ಸಂದೇಹವೂ ಇಲ್ಲ.

ಎಸ್. ಎ. ಹೊಸಮನಿ

ಪ್ರಿ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ; ಭಾಗಗಳು 1 ಮತ್ತು 2; ಲೇಖಕರು: ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಸಮಿತಿ, ಬೆಂಗಳೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ; ಪ್ರಕಾಶಕರು: ಬೆಂಗಳೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, 1968; ಪುಟಗಳು: ಭಾಗ 1ರಲ್ಲಿ—ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ನಿರೂಪಣೆ 209 + ಕನ್ನಡ ನಿರೂಪಣೆ 209; ಭಾಗ 2ರಲ್ಲಿ—ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ನಿರೂಪಣೆ 212 + ಕನ್ನಡ ನಿರೂಪಣೆ 212; ಬೆಲೆ: ಭಾಗ 1ಕ್ಕೆ ರೂ. 4-00; ಭಾಗ 2ಕ್ಕೆ ರೂ. 4-50.

ಗಣಿತ ಮುಂತಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಕಲಿಸುವಲ್ಲಿ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳ ಬೋಧಕರು ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ನವ್ಯತೆಗಳನ್ನು ಆಚರಣೆಗೆ ತಂದಿರುವುದು ಸರ್ವವಿದಿತ. ಈ ಕ್ರಾಂತಿಯ ಪೋಷಣೆಯಲ್ಲಿ ನಾವೂ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳದೆ ಹೋದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಭವಿಷ್ಯ ಎಂದಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ದಾರುಣಮಯವಾಗುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಎಂತಲೇ ಭಾರತೀಯ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಸದಾಗಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ವಿಜ್ಞಾನ ಗ್ರಂಥಗಳು ಎಂದೋ ಹಳಸಲಾಗಿರುವ ಕೆಲ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಅಂಧವಾಗಿ ಅನುಕರಿಸದೆ ಇಂದು ಸಲುವಳಿಗೆ ಬಂದಿರುವ—ಹಾಗೂ ಬರುತ್ತಿರುವ—ಹೊಸ ಹೊಸ ದೃಷ್ಟಿಕೋನಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸಬೇಕಾದದ್ದು ಅತ್ಯಗತ್ಯ. "ಹೊಸ ಪಠ್ಯಕ್ರಮ"ಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದ್ದೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿರುವ ಮೇಲಿನ ಕೃತಿಯ ಉದ್ದೇಶಿತ ಗುರಿಯೇನೋ ಇಂತಹ ಹೊಸ ದೃಷ್ಟಿಗಳೆಡೆಗೆ ಕಿರಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಕೊಂಡೊಯ್ಯಬೇಕೆಂದೇ ಇರಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ಗುರಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿರುವುವೆಂಬ ತಮ್ಮ ಬೃಹದ್ಭ್ರಾಂತಿಯನ್ನು ಕೃತಿಯ ಪ್ರಕಾಶಕರು ನಿಸ್ಸಹಾಯಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮೇಲೆ ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಹೊರಿಸುವ ಅಧಿಕಾರವನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುದು ದುರದೃಷ್ಟಕರ.

ಈ ಪ್ರಕಟನೆಯ ಎರಡು ಭಾಗಗಳೂ ಸೇರಿ ಒಳಗೊಳ್ಳುವ ಇಪ್ಪತ್ತು ಅಧ್ಯಾಯಗಳ ಪೈಕಿ ಹದಿನೇಳರಲ್ಲಿ ಅವಶ್ಯವಾದ ಮಾಮೂಲು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಎಂದಿನ ಹಳೆಯ ಜಾಡಿನ ಶೈಲಿಯಲ್ಲೇ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 'ನಿರ್ಧಾರಕಗಳು ಮತ್ತು ಸರಳ ಸಮೀಕರಣಗಳು' ಎಂಬ ಅಧ್ಯಾಯ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವುದೇ ಹೀಗೆ: "ಎರಡನೆಯ ದರ್ಜೆಯ ನಿರ್ಧಾರಕವನ್ನು (determinant) ಸಾಂಕೇತಿಕವಾಗಿ $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$ ಎಂದು ಬರೆಯುತ್ತೇವೆ. ....ನಿರ್ಧಾರಕದ ಬೆಲೆ $ad-bc$ ಎನ್ನುವ ಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿದೆ." $ad-bc$ ಎಂದು ಒಂದೇ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಬರೆಯಬಹುದಾದ್ದನ್ನು $\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}$ ಎಂದು ಸಂಕೀರ್ಣಗೊಳಿಸಿಡುವ ಅಗತ್ಯವಾದರೂ ಏನೆಂದು ಅಚ್ಚರಿ ಪಡುತ್ತಾನೆ, ಪ್ರಾಮಾಣಿಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ! ಶ್ರಾದ್ಧಾದಿ ಕರ್ಮಗಳ ಮಂತ್ರಗಳಿಗೂ ಅರ್ಥಪೂರ್ಣ ಗಣಿತ ಸೂತ್ರಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಭೇದವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಇಂತಹ "ಬೋಧನ ಕ್ರಮ" ಅವನಿಗೆ ಖಂಡಿತ ನೆರವಾಗದು.

ಪ್ರಕಟನೆಯ ಇನ್ನು ಮೂರು ಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಿ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿಯ ಆಚೀಚೆ ತರಗತಿಗಳಿಗೆ ಈ ಹಿಂದೆ ತುಸು ಹೊರತಾಗಿದ್ದ ಕೆಲ ವಿಚಾರಗಳ ಪ್ರಸ್ತಾಪ

ವಿದೆ. ಆದರೆ ಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಇವಕ್ಕೂ ಉಳಿದ ಅಧ್ಯಾಯಗಳಿಗೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಸುವ್ಯಕ್ತ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಕಂಡುಬಾರದಿರುವುದು ದುರದೃಷ್ಟಕರ. ಈ ಮೂರು ಅಧ್ಯಾಯಗಳ ಪೈಕಿ 'ರೇಖಾಗಣಿತದ ಮೂಲಭಾವನೆಗಳು' ಎಂಬುದೊಂದಂತೂ ರೇಖಾಗಣಿತವನ್ನು ಕುರಿತ ಇತರ ಅಧ್ಯಾಯಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ನಿಲ್ಲುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಹಲವಾರು ಆಂತರಿಕ ದೋಷಗಳಿಂದ ವಿಕೃತವೂ ಆಗಿದೆ. ಮೊದಲಲ್ಲಿ ಇದರ ಲೇಖಕರೇನೋ "ವಿಷಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆನಿಸುವಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಸ್ವೀಕೃತ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು (postulates) ಆರಿಸಿಕೊಂಡು ವಿಷಯವನ್ನು ಈ ಭಾವನೆಗಳ ಮೇಲೆ ತರ್ಕಬದ್ಧವಾಗಿ ರಚಿಸಲಾಗುವುದು" ಎಂದು ಆಶ್ವಾಸನೆ ನೀಡಿದ್ದಾರೆ—ಪುಸ್ತಕದ ಮುನ್ನುಡಿಯಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಇದೇ ಅಧ್ಯಾಯದ ತಾರ್ಕಿಕ ಅಗ್ಗಳಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಉಲ್ಲೇಖವುಂಟು! ಆದರೆ ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕಡೆ ತರ್ಕ ಏನಾದರೂ ನಮ್ಮ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯುವುದಾದರೆ ಅದರ ಅಭಾವದಿಂದ ಮಾತ್ರ ಎಂದು ಹೇಳದೆ ವಿಧಿಯಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದೆಡೆ "ಒಂದು ರೇಖೆಯ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲ ವಾಸ್ತವಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಗಣಕ್ಕೂ (set of all real numbers) ಒಂದು—ಒಂದು ಸಹಗಾಮಿತ್ವ (one-to-one correspondence) ಇದೆ" ಎಂಬ ಸ್ವೀಕೃತ ಭಾವನೆಯಿಂದ "A ಮತ್ತು B ಗಳು a ಮತ್ತು b ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳಾಗಿರಲಿ; $a<b$ ಆಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ರೇಖಾಖಂಡ ABಯ ಉದ್ದ $(b-a)$ ಆಗಿರುವುದು" ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ (?) ಬರಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿರುವಂತಿದೆ. ಈ ತೀರ್ಮಾನ ತಾರ್ಕಿಕವಾಗಿ ಅಸಾಧುವಾದ್ದರಿಂದ ಅದನ್ನೂ ಸ್ವೀಕೃತ ಭಾವನೆಯ ಅಂಗವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ತದ್ವಿಲೋಮವಾಗಿ "ಮೂರು ಬಿಂದುಗಳು ಏಕರೇಖಸ್ಥ (collinear) ವಾಗಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಉಳಿದೆರಡರ ನಡುವೆ ಇರುವುದು" ಎಂಬುದನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಸ್ವೀಕೃತ ಭಾವನೆಯಿಂದ ಸಾಧಿಸಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ ಅದನ್ನು "ಸ್ವೀಕೃತಭಾವನೆ 3" ಎಂಬುದಾಗಿ ನಮೂದಿಸಿರುವುದು "ವಿಷಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆನಿಸುಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಸ್ವೀಕೃತಭಾವನೆಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ" ಆಶ್ವಾಸನೆಗೆ ಭಂಗ ತಂದಿದೆ. ಮತ್ತೆ ಕೋನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ "ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೋನಕ್ಕೂ ಸಹಗಾಮಿ (corresponding) ಯಾಗಿ 0 ಮತ್ತು 180 ಇವುಗಳ ನಡುವಿನ ಒಂದು ಸಂಖ್ಯೆ ಇದೆ...." ಎಂಬ ಸ್ವೀಕೃತಭಾವನೆಯಿಂದ $\overrightarrow{AC}$ ಕಿರಣವು $\overrightarrow{AB}$ ಮತ್ತು $\overrightarrow{AD}$ ಕಿರಣಗಳ ನಡುವೆ ಇದ್ದಾಗ $\angle BAD+\angle CAD=\angle BAC$ ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದನ್ನೂ ಸ್ವೀಕೃತ ಭಾವನೆಯಲ್ಲಿ ಅಡಕಗೊಳಿಸಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ತರ್ಕಕ್ಕೆ ತಲೆಮರೆಸಿ ಸುಪ್ತವಾಗಿ ಅವತರಿಸುವ ಇಂತಹ ಹಲವಾರು ವಿಚಾರಗಳು ಈ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲುಂಟು. ಇದೇ

ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ "$\angle BAC = 180°$ ಆದರೆ AB, AC ಗಳು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿವೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ" ಎಂಬ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಹಾಸ್ಯಾಸ್ಪದವಾಗಿ ಕಾಣುವುದು.

ಬಹುಶಃ ಈ 'ರೇಖಾಗಣಿತದ ಮೂಲಭಾವನೆಗಳು' ಇ. ಇ. ಮಾಯ್ಸ್* ಮುಂತಾದವರು ಬರೆದಿರುವ ಗೌರವಾರ್ಹ ಗ್ರಂಥಗಳ ಕೆಲ ಅಧ್ಯಾಯಗಳನ್ನು ಅನುಕರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಅನುಕರಣೆಯ ಅಪೂರ್ಣತೆಯಿಂದಾಗಿ ಅದೊಂದು ಅನುದ್ದೇಶಿತ ಅಣಕವಾಗಿ ಬಿಟ್ಟಿರುವುದು ಈ ಪ್ರಯತ್ನದ ಮುಖ್ಯ ಅಪಾಯ. ಏಕೆಂದರೆ ಪರಿಶುದ್ಧ ತರ್ಕಸರಣಿಯ ಅಧ್ಯಯನ ತರಬಹುದಾದ ಮಾನಸಿಕ ಬಳಲಿಕೆಗಿಂತ ವಾಕ್ಯಗಳ ಸ್ವೇಚ್ಛಾಲಹರಿಯನ್ನು ಓದಿ ನುಂಗುವ ಯಾತನೆ ಹೆಚ್ಚು ಹಾನಿಕರ. ನಿಜಕ್ಕೂ ರೇಖಾಗಣಿತದ ಮೂಲಭಾವನೆಗಳ ಹಿಂದೆ ಅಡಗಿರುವ ತರ್ಕವಿಚಾರಗಳು ಪ್ರಿ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಗೆ ಎಟುಕವೆಂದೆನಿಸಿದ್ದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಗ್ರಂಥಕರ್ತರು ಈ ಅಧ್ಯಾಯವನ್ನೇ ಆಮೂಲಾಗ್ರವಾಗಿ ಕೈಬಿಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಪುಣ್ಯಕಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಿತ್ತು.

ಈ ಪ್ರಕಟನೆಯ ಬಹಳಷ್ಟು ಅಧ್ಯಾಯಗಳು ಹಳೆಯ ಜಾಡಿಗೆ ಸೇರಿದವೆಂದು ಆಗಲೇ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅಲ್ಲೂ ಸಹ ಅಲ್ಲೊಮ್ಮೆ ಇಲ್ಲೊಮ್ಮೆ ಓದುಗರ ಕಣ್ಣುಹುಬ್ಬು ಮೇಲೇರಬೇಕಾಗಿ ಬರುವುದು ವಿಷಾದನೀಯ. $x \pm \sqrt{y}$ ಮಾದರಿ ದ್ವಿಪದಿಕರಣಿಯ ವರ್ಗಮೂಲವು (square root) "ಯಾವಾಗಲೂ" $\sqrt{a} \pm \sqrt{b}$ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂಬ (ತಪ್ಪು ಗ್ರಹಿಕೆಗೆ ಅವಕಾಶನೀಡುವ) ಹೇಳಿಕೆ ಇದಕ್ಕೊಂದು ನಿದರ್ಶನ.

ವಿಷಯವನ್ನು ಎಡಭಾಗದ ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೂ ಬಲಭಾಗದ ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡದಲ್ಲೂ ನಿರೂಪಿಸಿರುವುದು ಈ ಪ್ರಕಟನೆಯ ಒಂದು ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲೊಮ್ಮೆ ಇಲ್ಲೊಮ್ಮೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ "ಕಾಲ್ ಆ್ಯಸ್...." ಎಂಬಂತಹ ಅಹಿತ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಪುಸ್ತಕ ಅಚ್ಚಾಗುವ ಮುನ್ನ ಶುದ್ಧೀಕರಿಸಿದ್ದರೆ ಚೆನ್ನಾಗಿತ್ತು.

ಎಸ್. ಆರ್. ಮಾಧೂರಾವ್

---

*ಇ. ಇ. ಮಾಯ್ಸ್, 'ಎಲಿಮೆಂಟರಿ ಜ್ಯಾಮಿಟ್ರಿ ಫ್ರಮ್ ಅನ್ ಅಡ್ವಾನ್ಸ್‌ಡ್ ಸ್ಟ್ಯಾಂಡ್‌ಪಾಯಿಂಟ್' (ಆಡಿಸನ್–ವೆಸ್ಲಿ, 1963)

ಪತ್ರವ್ಯವಹಾರ

ಪತ್ರ

ಶ್ರೀ ಎಲ್. ಎನ್. ಚಕ್ರವರ್ತಿ ಅವರ ' ಗಣಿತವಿಹಾರ—ಅಂಕಗಳ ಕತೆ ' ವಿದ್ವತ್ಪೂರ್ಣವಾಗಿಯೂ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾಗಿಯೂ ಇದೆ. ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಬಹಳ ಚೆನ್ನಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ' ಕಟಪಯಾದಿಕ್ರಮ 'ವನ್ನೂ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

' ಈ ಪದ್ಧತಿಯು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಪದ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು ' ಎಂದು ಇದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಹೆಸರುಗಳಿಗೆ ಅಂಕಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿ, ಅವರ ಅದೃಷ್ಟಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು ಎಂದಿದ್ದಾರೆ. ಆ ರೀತಿಯಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಉದಾಹರಣೆ ಪ್ರಕಾರ ಪದ್ಮನಾಭ—೪೦೫೧, ಕೃಷ್ಣಮೂರ್ತಿ—೬೫೫೧ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ನನ್ನ ಸ್ನೇಹಿತ ' ಆನಂದಪ್ಪ 'ಇದ್ದಾನೆ. ಬೇರೆ ಕೆಲ ಹೆಸರುಗಳು ಈರೀತಿ ಇರುತ್ತವೆ ; ಉಮಾಪತಿ, ಈಶ್ವರಪ್ಪ, ಇತ್ಯಾದಿ ; ಸ್ವರಗಳಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವ ಹೆಸರುಗಳು. ಆಗ ಯಾವ ರೀತಿ ಸ್ವರಗಳಿಗೆ (ಸ್ವರಾಕ್ಷರ) ಅಂಕಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಬೇಕೆಂಬುದು ತಿಳಿಯಲಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ದಯವಿಟ್ಟು ತಿಳಿಸುವುದು. ಜೊತೆಗೆ ಈ ರೀತಿ ಅದೃಷ್ಟಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ತಿಳಿಯುವ ಕ್ರಮ ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ಇತ್ತೆ ? ಅಥವಾ ಈಚಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೆ ?

ಈ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ' ಳ ' ಕಾರಕ್ಕೆ ಅಂಕೆಯಿಲ್ಲ. ಬಹುಶಃ ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರದಿರಬಹುದು. ಈಗ ' ಳ ' ಕಾರವನ್ನು ' 9 ' ನ್ನಾಗಿ ಎಣಿಸದೆ ' ಲ ' ಕಾರದ ಬದಲೆಂದು ' 3 ' ಆಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದಲ್ಲವೇ ? 3, 9 ಈ ಅಂಕಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದು ಸೂಕ್ತ ತಿಳಿಸುವುದು.

ಮುಂದೆಯೂ ' ಗಣಿತವಿಹಾರ 'ದ ಲೇಖನಗಳು ಬರಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

' ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ 'ವು ನಿರೀಕ್ಷೆಗಿಂತಲೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪ್ರಕಟಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ. ಸಂತೋಷದ ವಿಷಯ. ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮವಾಗಿ ಹೊರಬರುವಂತಾಗಲಿ ಎಂದು ಆಶಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಎಚ್. ಎಸ್. ಜಯಸ್ವಾಮಿ,
ಹುಣಸಮಾರನ ಹಳ್ಳಿ, ಬೆಂಗಳೂರು ಜಿಲ್ಲೆ.

ಉತ್ತರ

ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ ಸಂಪುಟ 1, ಸಂಚಿಕೆ 4ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ " ಅಂಕಗಳ

ಕತೆಗಳು " ಎಂಬ ಲೇಖನದ ಬಗ್ಗೆ ತಾವು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿರುವ ಮೆಚ್ಚಿನ ಮಾತುಗಳಿಗಾಗಿ ಧನ್ಯವಾದಗಳು.

ಕಟಪಯಾದಿಕ್ರಮವನ್ನು ಪದ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ ಪದ್ಧತಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹೆಸರೂ ಒಂದು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು. ಇದನ್ನು ವಿನೋದವಾಗಿ 'ಅದೃಷ್ಟಸಂಖ್ಯೆ'ಯೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ, ಅಷ್ಟೇ. ಇದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯ ಕೊಡಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ.

ಇನ್ನು ಸ್ವರಗಳಿಂದ ಆರಂಭವಾಗುವ ಹೆಸರುಗಳು : ಕಟಪಯಾದಿಕ್ರಮವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಶ್ಲೋಕವನ್ನು ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಉದ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. "ನಞಾವಚಶ್ಚ ಶೂನ್ಯಾನಿ" ಎಂದು ಆರಂಭವಾಗುವ ಈ ಶ್ಲೋಕದಲ್ಲಿ ಅಚ್ ಎಂದರೆ ಸ್ವರ. ನ, ಞ ಮತ್ತು ಸ್ವರಗಳು ಶೂನ್ಯವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುವು. ಆದುದರಿಂದ,

ಆ ನ ಂ ದ ಪ್ಪ	ಉ ಮಾ ಪ ತಿ	ಈ ಶ್ವ ರ ಪ್ಪ
0 0 8 1	0 5 1 6	0 4 2 1

ಹೆಸರುಗಳು 1800, 6150, 1240—ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

ಸಂಸ್ಕೃತ ವ್ಯಾಕರಣದಲ್ಲಿ ಅ ಇ ವು ಣ್ ಮುಂತಾದ ಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ 'ಳ' ಕಾರದ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪವಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಸಂಸ್ಕೃತದಲ್ಲಿ ಲ ಮತ್ತು ಳ ಇವುಗಳಿಗೆ ಭೇದವಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಲ ಮತ್ತು ಳ ಎರಡೂ '3' ನ್ನೇ ಸೂಚಿಸುವುವು.

ಎಲ್. ಎನ್. ಚಕ್ರವರ್ತಿ.

ಸಾದರ ಸ್ವೀಕಾರ

ಪ್ರಿಯುನಿವರ್ಸಿಟಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ; ಲೇಖಕರು : ಬಿ. ವಿ. ನಾರಾಯಣ ರಾವ್ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಬೆಂಗಳೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಕಾಶನ ವಿಭಾಗ, 1968 ; ಪುಟ : 391 ; ಬೆಲೆ : ರೂ. 4–00

ಸಾಮಾನ್ಯ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಜಡವಸ್ತುವಿನ ಗುಣಗಳು ; ಲೇಖಕರು : ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಬೆಂಗಳೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಕಾಶನ ವಿಭಾಗ, 1968 ; ಪುಟ : 224 ; ಬೆಲೆ : ರೂ 3–30

General Science (For I Degree Class) ; ಪ್ರಕಾಶಕರು ; Bangalore University Publication Division, 1968 ; ಪುಟ : 32 ; ಬೆಲೆ : 50 ಪೈಸೆ

General Science (For II Degree Class) ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : Bangalore University Publication Division, 1969 ; ಪುಟ : 72 ; ಬೆಲೆ : ರೂ. 1–30

ಮಹಾವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ; ಲೇಖಕರು : ಎನ್. ಕೆ. ನರಸಿಂಹಮೂರ್ತಿ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಸಮಾಜ ಪುಸ್ತಕಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ, 1969 ; ಪುಟ : 249 ; ಬೆಲೆ : ರೂ. 4-00 (ಗಟ್ಟಿ ಬೈಂಡ ರೂ. 5-00)

ಗೆಲಿಲಿಯೊ ; ಲೇಖಕರು : ಜಿ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣ ರಾವ್ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಸುರುಚಿ ಪ್ರಕಾಶನ, ಸರಸ್ವತೀಪುರಂ, ಮೈಸೂರು–5, 1968 ; ಪುಟ : 40 ; ಬೆಲೆ : ರೂ. 1–00

ವಿಜ್ಞಾನದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿ, ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಉಪನ್ಯಾಸ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ 70 ; ಲೇಖಕರು : ರಾಜಶೇಖರ ಭೂಸನೂರು ಮಠ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ, ಮಾರ್ಚ್ 1968 ; ಪುಟ : 76 ; ಬೆಲೆ : 25 ಪೈಸೆ.

ಶ್ವಾಸಕೋಶ ಕ್ಷಯ, ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಉಪನ್ಯಾಸ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ 88 ; ಲೇಖಕರು : ಪಿ. ಎಸ್. ಶಂಕರ್ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ, ಸಪ್ಟಂಬರ 1969 ; ಪುಟ : 60 ; ಬೆಲೆ : 25 ಪೈಸೆ.

ಹೊಟ್ಟೆಯ ಹುಣ್ಣು, ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ ಉಪನ್ಯಾಸ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ 79 ; ಲೇಖಕರು : ಪಿ. ಎಸ್. ಶಂಕರ್ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಕರ್ನಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯ, ಧಾರವಾಡ, 1968 ; ಪುಟ : 54 ; ಬೆಲೆ : 25 ಪೈಸೆ.

ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ 157 ; ಲೇಖಕರು : ಕೆ. ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಪ್ರಸಾರಾಂಗ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, 1968 ; ಪುಟ : 59 ; ಬೆಲೆ : ಸಾಧಾರಣ ಪ್ರತಿ : 25 ಪೈಸೆ, ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ : 37 ಪೈಸೆ.

ಕಾರೋಲಸ್ ಲಿನೆಯುಸ್, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ 159; ಲೇಖಕರು : ಎಚ್. ಕೆ. ಮಲ್ಲಿಕಾರ್ಜುನಪ್ಪ ; ಪ್ರಕಾಶಕರು : ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವ ವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, 1968 ; ಪುಟ : 49 ; ಬೆಲೆ : ಸಾಧಾರಣ ಪ್ರತಿ : 25 ಪೈಸೆ, ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ : 37 ಪೈಸೆ.

WO 7436—MUPM—2,000+25—1-8-70

Reg. No. R. N. 17176/69